

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA
FAREM-ESTELÍ**



Monografía para optar al título en Ingeniería en Energías Renovables

Tema:

Modelos de sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflores Moropotente, municipio de Condega.

Tutor:

MSc. Juan Alberto Betanco

Autores:

- **Br. Jorge Ulises Sandoval Sánchez.**
- **Br. Ismael Navarro Ramírez.**
- **Br. Dayton Isidoro Avilés Urbina.**

Fecha: 13 de Febrero de 2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA
FAREM-ESTELÍ**



Monografía para optar al título en Ingeniería en Energías Renovables

Tema:

Modelo de sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflores Moropotente, municipio de Condega.

Tutor:

MSc. Juan Alberto Betanco

Tema:

Modelos de sistema hibrido eólico-solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflores Moropotente, municipio de Condega.

Estelí 13 de febrero 2017

Valoración del tutor

Con la tesis de grado **“Modelos de sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflor Moropotente, municipio de Condega”**, los autores Br. Jorge Ulises Sandoval Sanchez, Br Ismael Navarro Ramírez, Br. Dayton Isidoro Avilés Urbina, culminan sus estudios de Ingeniería en Energías Renovables de UNAN Managua - FAREM Estelí.

Quienes presentan un informe final que reúne todos los requisitos establecidos en el Reglamento de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN Managua, cumpliendo con la metodología propuesta para desarrollar la investigación, cuya estructura obedece a lo contemplado en la normativa de la universidad.

Los autores del presente trabajo investigativo han dado muestra de constancia, disciplina y dedicación por la temática de investigación, cuyo tema es de interés para las Energías Renovables.

Sin más a que referirme extendiendo la presente a los trece días del mes de febrero del año dos mil diecisiete.



MSc. Juan Alberto Betanco Maradiaga

Tutor

UNAN Managua - FAREM Estelí

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más profundo agradecimiento principalmente a Dios por permitirnos culminar con éxito esta etapa en nuestras vidas, por brindarnos el entendimiento y la sabiduría para realizar este trabajo investigativo.

A nuestros padres que nos brindaron el apoyo incondicional a lo largo de toda nuestra formación profesional y durante todo el proceso de esta investigación.

A las personas entrevistadas por estar siempre disponibles en todo momento y brindarnos toda la información necesaria para llevar a cabo todo el estudio.

A nuestros maestros por la paciencia entrega y dedicación compartieron los conocimientos a lo largo de nuestra carrera como estudiantes universitarios.

Al **MSc. Juan Alberto Betanco Maradiaga** por impulsarnos en la investigación y motivarnos constantemente así como brindarnos su apoyo incondicional para la realización de esta investigación.

Dedicatoria

Dedicamos esta investigación en primer lugar a Dios por las bendiciones derramadas a nuestras vidas y por la oportunidad de haber estudiado, por las fuerzas para poder culminar con éxito nuestros estudios universitarios.

A nuestros padres que con esmero y dedicación nos apoyaron en todo el transcurso de nuestra formación profesional.

A nuestros maestros que con paciencia, esfuerzo y dedicación nos brindaron conocimientos y permitirnos alcanzar nuestras metas.

Finalmente a todas las personas que de una o de otra manera nos apoyaron y motivaron a la culminación con éxito nuestros estudios profesionales.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad el Jilguero, ubicada en la Reserva Natural Miraflor Moropotente del municipio de Condega. El informe investigativo abordó la posibilidad de electrificación en la comunidad mediante la utilización de las energías renovables como fuente primaria. La demanda energética mundial ha aumentado considerablemente tras el desarrollo poblacional, según europa (2015) "las proyecciones efectuadas, durante el período 2000-2030 la demanda mundial de energía aumentará a un ritmo aproximado del 1,8% anual". Tomando como referencia los conceptos básicos así como toda la información de la comunidad.

En el planteamiento de opciones de electrificación se emplea la utilización de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, en el que se abordó una posible demanda de energía eléctrica que sería cubierta por este sistema, el impacto socioeconómico para la condición de los habitantes de la zona, asimismo mejorar su calidad de vida al realizar las labores cotidianas de manera más fácil y rápida.

Para la evaluación del potencial energético se toma como una referencia las mediciones de la estación meteorológica del municipio de Condega, así como las mediciones de la NASA el viento y radiación solar de la localidad son de importancia para el dimensionado del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, realizando un censo de carga se obtuvo una posible demanda de energía eléctrica de cada casa de la comunidad.

Teniendo como conclusiones que, la demanda de las casas de la comunidad consumen un aproximado de 1 kw/h, la aceptación de las personas encuestadas hacia los sistemas de generación de energía eléctrica renovable así como la necesidad de la electricidad para el desarrollo de la comunidad y mejorar su calidad de vida, es aceptable.

Índice

I.	Introducción	1
1.1	Antecedentes	3
1.2	Planteamiento del problema	5
1.3	Preguntas Problemas	7
1.4	Justificación.....	8
II.	Objetivos de investigación	10
III.	MARCO TEORÍCO	11
3.1	Potencial energético eólico y solar	11
3.2	Sistema hibrido eólicos y solares fotovoltaicos	15
IV.	HIPOTESIS	30
V.	Operacionalización de variables.....	31
5.1	Variable independiente.....	31
5.2	Variable dependiente.....	31
VI.	Metodología	32
6.1	Universo de estudio	33
6.2	Muestra.....	34
6.3	Técnicas de recolección de datos	35
	Cuestionario:	35
	Observación:	35
6.4	Etapas de la investigación	37
	Etapa Exploratoria.....	37
	Etapa de Diseño de Instrumento.....	37
	Fase de Recopilación de Datos.....	38
	Etapa de elaboración del documento final	38
6.5	Trabajo de campo	39
VII.	Análisis y Resultados	46
7.1	Evaluación eólica	46
7.2	Evaluación solar	52
7.3	Opinión poblacional	60
VIII.	CONCLUSIONES	64
	Bibliografía	66
	ANEXOS	68

I. Introducción

La demanda energética mundial ha aumentado considerablemente tras el desarrollo poblacional, según europa (2015) “Las proyecciones efectuadas, durante el período 2000-2030 la demanda mundial de energía aumentará a un ritmo aproximado del 1,8% anual. El impacto del crecimiento económico y del crecimiento demográfico (que se situarán, respectivamente, en una media anual del 3,1% y el 1%) se verá equilibrado por una disminución anual de la intensidad energética del 1,2%, como consecuencia del efecto combinado de los cambios estructurales en la economía, los avances tecnológicos y el incremento del coste de la energía”.

Nicaragua no es la excepción, posee un fuerte potencial de recursos hídrico, eólico y geotérmico para la generación de energías renovables, las que experimenta un crecimiento considerablemente apostando al desarrollo sostenible. Para Tiffer, (2016) “Los avances que desarrolla Nicaragua en el cambio de la matriz energética, siendo uno de sus objetivos principales, incrementar la generación de las energías renovables para alcanzar un 90% de generación total para el año 2020”.

Bajo este contexto la presente investigación abordará la temática “Sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflores Moropotente, municipio de Condega”, el cual es un estudio de alternativas energética que permitirá avances significativos a las comunidades.

Cuyo objetivo general es “Dimensionar un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para el consumo de energía eléctrica en viviendas de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural de Miraflores Moropotente, del municipio de Condega”.

La importancia de la investigación, consiste en abordar la viabilidad que poseen los sistemas de energías renovables para el desarrollo comunitario, los aspectos relacionados a la implementación de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, desde la parte de tecnologías que conforman un sistema híbrido, hasta la parte social.

Esta investigación presenta un enfoque de estudio cuantitativo, ya que la recolección de datos sirve para probar la hipótesis planteada con base en medición numérica y análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento Sampieri, Collado y Lucio (2006). El estudio se desarrolla en cuatro etapas, la primera consiste en la revisión de bibliografía, la cual se realizó en la Biblioteca de FAREM-Estelí, luego se efectuaron visitas al lugar de estudio para la aplicación de instrumentos, seguidamente se recopilaron los datos, pasando al análisis de los resultados y por último la realización del documento final.

La investigación es innovadora en el sentido que la población en general desconoce del tema y sobre todo del potencial natural con el que cuentan, para la generación de energías renovables.

1.1 Antecedentes

Para proceder a la presente investigación “Sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflor Moropotente, municipio de Condega”, se efectuó una investigación bibliográfica en la Biblioteca Urania Zelaya (FAREM/Estelí), donde no se logró identificar investigaciones relacionadas al tema, asimismo se hizo investigación bibliográfica vía internet donde se encontraron las siguientes investigaciones:

García, Escribano, Seijas y Smith (2014), “Proyecto de electrificación rural mediante sistema híbrido eólico-fotovoltaico en Roraima, Brasil” en la implantación de un proyecto autónomo híbrido eólico-fotovoltaico en el contexto de la políticas energéticas de este país y de los rasgos sociales de las comunidades indígenas, en concreto centrado en la comunidad de Matuca. La cual se centra en la electrificación de la comunidad indígena de Matuca en una pequeña población que se encuentra a 100 km de la conexión a red, en donde la opción factible es un sistema autónomo. Que debido al desarrollo que experimenta, llevará asociada una subida del consumo energético en todos los ámbitos, y la diversificación de la generación es de prioridad para todos los agentes económicos.

De este proyecto se tomará su experiencia con la población, los resultados que obtuvieron para comparar y tomar referencia de este, la estructura plateada del mismo es muy similar a los aspectos relacionados que se pretenden abordar en la investigación, por lo que la cantidad de población, la dificultad de acceso de energía de la red eléctrica y la solución propuesta son bastante similares al área que se estudiará.

Minas, (2016) La empresa SUNI solar ha instalado una serie de sistemas híbrido eólico-solar fotovoltaico, en sus diversas aplicaciones siendo algunos de ellos los indicados a continuación: Un sistema híbrido solar (2.1 kw) y eólico (1kw) instalado para abastecer de energía eléctrica en residencias en las Flores, Masaya.

Dichos sistemas serán tomados como referencia para abordar su experiencia en la elaboración del presente documento, sobre todo obtener información de las tecnologías que se utilizaron en este, como se obtuvo y porque las eligieron.

1.2 Planteamiento del problema

Nicaragua es un país con un potencial energético de 4500 MW recolectados a través de recursos naturales, en el cual solo se están aprovechando el 8%, a pesar de que este tipo de energía genera el 42.662% del consumo eléctrico del país, según datos del MEM, (Minas, 2016)

Según Minas (2016) “La cobertura de electrificación de Nicaragua es del 85% y el firme compromiso del gobierno es electrificar los distintos hogares de Nicaragua, teniendo un 15% que aún no tienen electricidad, ya que son hogares que se encuentran con un difícil acceso, lejanos de la red de distribución o transmisión, el hecho de hacerles llegar energía convencional hasta sus hogares es muy costoso, por tal razón la necesidad de buscar alternativas con sistemas aislados que satisfagan la demanda de un hogar que no gozan con este privilegio”

Partiendo de los datos anteriores, se aborda la problemática sobre la necesidad de generar un servicio eléctrico, indispensable para el desarrollo económico y social, de hogares típicos de la comunidad del Jilguero del municipio de Condega, donde la mayoría de los hogares no cuentan con este servicio, mientras que las viviendas que sí poseen energía eléctrica estas la obtienen por medio de sistemas solar fotovoltaico independiente, los que no satisfacen las necesidades en cuanto a consumo eléctrico, quienes no cuentan con los equipos adecuados y eficientes, de igual manera desconocen cómo realizarle mantenimientos preventivos o correctivos a dichos sistemas.

La presente investigación plantea la necesidad buscar fuentes alternativas de generación eléctrica, mediante el aprovechamiento de los recursos Sol y viento para la obtención de la misma, que beneficie a los hogares de la comunidad El Jilguero, el cual vendrá a apoyar la iniciativa de ser independiente del petróleo que actualmente según el MEM (Ministerio de Energía y Mina) en Nicaragua el 57.338% de electricidad es generada con bunker un derivado del petróleo, cabe destacar que la comunidad cuenta con pequeños sistemas solares fotovoltaicos aislados, pero la generación de estos sistemas no cubre la demanda energética de los hogares de la comunidad, ya que solo cubre la iluminación pocas horas de la noche.

1.3 Preguntas Problemas

- ¿Con que potencial solar fotovoltaico y eólico cuenta la comunidad El Jilguero de la Reserva Natural Miraflor Moropotente, para la generación de energía eléctrica?
- ¿Cómo se realizaría un dimensionado en los hogares de la comunidad del Jilguero, que permita cubrir la demanda de energía eléctrica?
- ¿Qué características técnicas y de eficiencia poseen las tecnologías solar y eólica que se encuentran en Nicaragua?
- ¿Cuáles serían los componentes apropiados para un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, basados en los recursos energéticos de la zona y en la demanda energética de la comunidad el Jilguero?
- ¿Cuál sería la aceptación de la población de la comunidad El Jilguero, sobre una propuesta de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica?

1.4 Justificación

Según europa (2015) “El sistema energético mundial seguirá estando dominado por los combustibles fósiles, los cuales representarán casi el 90% del suministro total de energía en 2030. El petróleo se mantendrá como principal fuente de energía (34%), seguido del carbón (28%). Casi dos tercios del aumento del suministro de carbón entre 2000 y 2030 procederán de Asia. Las proyecciones muestran que el gas natural llegará a representar una cuarta parte del suministro energético mundial en 2030, como consecuencia de un incremento debido principalmente, a la generación de electricidad.

La presente investigación pretende realizar un estudio sobre la aplicación de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico que será independiente al Sistema de Interconexión Nacional (SIN), con el fin de aplicar este tipo de tecnología en comunidades como el Jilguero, utilizando los recursos naturales Sol y viento como fuente primaria para la generación de energía eléctrica.

Con el fin de beneficiar a la población de la comunidad El Jilguero, de la Reserva Natural Miraflor Moropotente, en las áreas de salud, educación y desarrollo socioeconómico; a través de la obtención del servicio eléctrico.

El alcance que pretende obtener la investigación es documentar la viabilidad y los beneficios que posee un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico para la generación de energía renovable, la electrificación de un hogar en la vida del ser humano tanto por individuo o en general, como servicio básico llega a revolucionar la forma de vivir y pensar, a través del uso de la energía eléctrica renovable a través de este tipo de sistemas dará lugar a que el hombre pueda utilizar artefactos eléctricos que facilitaran su forma de vida.

Los posibles beneficios que obtendrán en el servicio de salud a través de la implementación de sistemas renovables, permitiendo que la atención hacia las personas sea de calidad, con iluminación eléctrica que facilitará la observación de los pacientes tanto en el día como en la noche, mantener vacunas que por su importancia necesiten refrigeración, de igual manera equipos eléctricos de atención médica, entre otros.

La comunidad mejorará la educación, haciendo posible realizar clases con horarios más flexibles, para que la población se pueda involucrar, por lo que es una zona rural donde la mayoría trabajan desde pequeños, esto les permitirá ofrecer clases nocturnas con la debida iluminación, tendrán una nueva alternativa de estudio a los interesados, donde utilizarán herramientas de estudios que requieran de energía eléctrica para mejorar su metodología académica.

Esta investigación pretende dar a conocer y cuantificar la importancia de la indagación en áreas de la recolección de datos para la comprensión de los aspectos que se deben de tomar en cuenta en la formulación de proyectos; conocer el impacto que un proyecto de electrificación para hogares a través de un sistema hibrido eólico-solar fotovoltaico, puede tener en la sociedad.

II. Objetivos de investigación

2.1 General

Dimensionar un sistema hibrido eólico-solar fotovoltaicos para el consumo de energía eléctrica en viviendas de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural de Miraflor Moropotente, del municipio de Condega.

2.2 Específicos

- Evaluar el potencial energético eólico y solar de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural de Miraflor Moropotente.
- Diseñar el sistema hibrido eólicos y solares fotovoltaicos, aptos para la generación y consumo de energía eléctrica en viviendas de la comunidad el Jilguero.
- Valorar la aceptación de las personas de la comunidad del jilguero, sobre los sistemas de generación de energía eléctrica híbridos eólico-solar fotovoltaico.

III. MARCO TEORÍCO

3.1 Potencial energético eólico y solar

El Sol:

Es un inmenso horno de fusión termonuclear que transforma, a cada segundo, 600.000.000 de toneladas de hidrogeno molecular en 596.000.000 de toneladas de helio para proporcionar 4.000.000 de toneladas equivalentes a energía ($3,7 \cdot 10^{23}$ kW). (Marti Rosas, 2008)

El Sol a una distancia de la tierra de 149 millones de kilómetros de longitud y 1.39 millones de kilómetros de diámetro ha estado generando inmensas cantidades de energía durante millones de años y que continuara haciéndolo por unos 6000 millones de años más.

En su interior el Sol contiene un núcleo central cuya temperatura se calcula entre 15 y 20 millones de grados centígrados; el cual está sometido a enormes presiones a tal grado que concentra el 40% de la masa solar, con una densidad de 100,000 kilogramos por metro cubico. Es en el núcleo central donde se originan las reacciones nucleares de fusión y que proporciona toda la energía emanada del Sol. (G, 2004)

Radiación:

Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). La luz visible son las radiaciones comprendidas entre 0,4 μm y 0,7 μm pueden ser detectadas por el ojo humano. Existen radiaciones situadas en la parte infrarroja del espectro de la cual una parte es ultravioleta.

Difusa:

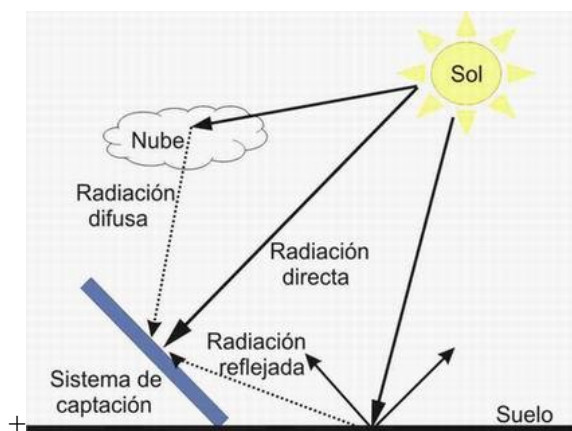
Es la fracción de la radiación solar extraterrestre que llega a la superficie de la tierra sin una trayectoria definida ya que surge como resultado de la interacción de la radiación solar directa extraterrestre con las partículas y sustancias que existen en la atmosfera.

Directa:

Es Aquella fracción de la radiación solar extraterrestre que llega a la superficie de la tierra con una trayectoria bien definida, que es la que une al sol con ese punto de la superficie terrestre.

Radiación Solar Reflejada (albedo):

Es la radiación reflejada por el suelo o por los objetos cercanos.

**Medidas de radiación:**

Cuando la radiación solar extraterrestre penetra la atmosfera, una serie de fenómenos asociados a la dispersión y a la absorción afectan a la cantidad de energía que llega finalmente a una superficie terrestre cualquiera.

La medida de esta radiación final, tanto directa como difusa nos servirá para dimensionar los sistemas de captación, se realiza por medio de varios aparatos aquellos basados en principios calorimétricos o la utilización de lentes o esferas con aumento para quemar un papel como el caso del heliógrafo de Campbell-Stokes. (Marti Rosas, 2008; Marti Rosas, 2008)

Instrumentos de medición de la radiación:

- **Solarímetro:** El medidor de radiación para energía solar es el instrumento óptimo para ingenieros solares, arquitectos y aficionados a la ingeniería solar. Con este medidor de radiación determina la potencia solar.
- **Heliógrafos o helio pirógrafos:** Los heliógrafos sirven para medir la duración de la luz solar definida como el intervalo de tiempo durante el cual se observa el disco solar y determina los periodos del día durante los cuales la intensidad de la radiación directa es superior a un cierto umbral (normalmente fijados en los 200-250 W/s²).
- **Pirheliómetros:** Sirven para medir la radiación solar directa. Disponen de una pequeña abertura con una serie de diafragmas anulares y una cara de recepción que tiene que permanecer siempre en dirección normal a los rayos solares. El pirheliómetro, que está dotado de un dispositivo automático de seguimiento del sol, recibe energía tan solo del disco solar y de un estrecho anillo de cielo contiguo, a través de un largo tubo. El error provocado por una abertura excesiva, aumenta en proporción a la cantidad de radiación del cielo admitida. (Cassals) Pg. A 21

Rugosidad:

Con este término se define el conjunto de las asperezas de una superficie respecto a otra idealmente lisa. En la práctica, cualquier plano, aunque esté mecanizado con la máxima precisión, se desvía siempre, dentro de ciertos límites, de la perfección absoluta, y las irregularidades, que tienen forma de pequeños picos y valles, pueden variar tanto en su amplitud como en la distancia entre sí. De todo esto se deriva una especie de entretejido cuyo aspecto depende del método empleado para el acabado. (Marti Rosas, 2008)

Altitud:

Del latín altitud es la distancia vertical que existe entre un punto de la tierra y el nivel del mar. El término también se utiliza como sinónimo de altura en referencia a una distancia respecto a la tierra, a la región del aire a una cierta elevación sobre la superficie o a la dimensión de un cuerpo perpendicular a su base.

Clima:

Clima hace referencia al estado de las condiciones de la atmósfera que influyen sobre una determinada zona. El uso cotidiano del término, por lo general, se vincula a la temperatura y al registro o no de precipitaciones (lluvia, nieve, etc.).

Movimiento de la Tierra:

La tierra se mueve en torno al sol limitando el plano eclíptico. Y lo hace a una distancia media de $149,5 \cdot 10^6$ km unidades astronómicas (UA). Su órbita es ligeramente elíptica (con una variación del 1.7%), aunque deja al Sol situado en uno de sus focos y hace que esta distancia varíe desde las 1,017 UA (que sería el máximo llamado afelio) hasta las 0,893 UA (el cual sería el mínimo conocido como perihelio) a lo largo del año. Considerando lo antes expuesto la tierra tiene otros movimientos de periodos muy largos como precesión con duración de 22.000 años, declinación con un periodo de 41.000 años y la excentricidad con 100.000 años. (Cassals).

Factores que intervienen:**Factores externos son:**

- La trayectoria relativa del Sol: la cual varía con la latitud local y con la época del año.
- La intensidad de la radiación solar.
- El régimen de lluvias y nubosidad.
- La temperatura y humedad del medio ambiente.
- El régimen de vientos.
- La contaminación ambiental, principalmente por el polvo y los agentes corrosivos.

- Las sombras específicas del lugar (montañas, edificios, árboles, etc.), e incluso las características ornamentales del contorno (si es un centro turístico, una vivienda, una industria).

Estos factores influyen principalmente en dos aspectos fundamentales de la instalación solar: en la cantidad total de área de captación o absorción necesaria, así como en la localización y orientación de los equipos. El área de captación determina la potencia y capacidad de la instalación, pero, a igual área, no necesariamente corresponde igual potencia, ya que ésta depende también de las características del lugar, principalmente de las posibles sombras que pudieran ocurrir a lo largo del día.

3.2 Sistema híbrido eólicos y solares fotovoltaicos

Energía solar fotovoltaica:

La energía solar es la que da origen a todas las formas de energías renovables y puede ser aprovechada directamente en la producción de calor y de electricidad. La energía fotovoltaica, en particular los sistemas solares individuales presentan unas características que los convierten en una solución adecuada para la electrificación rural en sistemas aislados Off Grid el cual es el objetivo de esta tesis.

Los sistemas solares individuales ofrecen, como otras fuentes de energía renovables, el acceso de una fuente de energía limpia, segura y gratuita en el lugar de consumo. Una de sus ventajas que ofrece frente a otro tipo de tecnologías es su facilidad de instalación su casi nula necesidad de operación y mantenimiento, y su modularidad.

Este tipo de sistemas generan electricidad en corriente continua 12/24 V, aunque existe la posibilidad de que generen energía alterna mediante la utilización de convertidores CC/CA, aunque solo es rentable para instalaciones superiores a los 200 Wp.

Paneles solares:

Los módulos fotovoltaicos son los componentes básicos del subsistema de captación. El diseño del subsistema de captación de energía en determinaran las características de los módulos a utilizar, la cantidad y tipo de conexión de estos módulos para obtener la tensión nominal y la potencia a generar, que es el dispositivo captador de la radiación solar para transformarla en energía eléctrica. (Jerome Barrau, 2009)

Componente de un sistema fotovoltaico:

En esta sección se indican los componentes que constituyen un sistema fotovoltaico, así como el concepto de cada uno de ellos que permitirá aclarar su funcionamiento dentro de este circuito de generación de energía eléctrica. (Jerome Barrau, 2009)

Modulo Fotovoltaico:

Es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica. Compuesto de un material que presenta efecto fotoeléctrico: absorben fotones de luz y emiten electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. (Jerome Barrau, 2009)

Inversor:

Cuando se necesita utilizar dispositivos que requieren alimentación de corriente alterna (CA) se utilizan los convertidores CC/CA. La tensión de salida, es una tensión alterna que tiene una forma de onda cuadrada, mientras que una de las consideraciones de calidad de los convertidores CC/CA es justamente la cantidad de armónicos que contiene la señal. (Jerome Barrau, 2009)

Baterías:

La disponibilidad de energía solar y del viento para producir la electricidad raras veces coincide con el tiempo cuando la necesitamos. En generadores hidroeléctricos se puede aumentar el flujo de agua con válvulas, pero no podemos regular el Sol ni el viento, para ellos es necesario la acumulación de la energía para su uso cuando se necesite. Se trata de un sistema de acumulación, el cual consiste en una batería normalmente de plomo-acido aunque existen varios tipos de ellas.

La batería es un sistema electroquímico de almacenamiento de energía eléctrica, las más comúnmente utilizadas en sistemas fotovoltaicos son las baterías de ácido-plomo, así como otras tecnologías de baterías, como las de Níquel Cádrico (NiCd) que presentan una relación energía/peso muy buena, mayor cantidad de ciclos de carga y descarga, mayores corrientes de descarga y no presentan inconvenientes con las descargas profundas.

Un problema que presentan es que el cadmio es peligroso para el ser humano ya que se acumula en los tejidos y puede causar daños a los órganos y producir cáncer. La tecnología de baterías que está reemplazando a las baterías NiCd son las de Níquel Metalhidruro (NiMH). Estas baterías presentan todas las ventajas de las de NiCd, con una mayor densidad de energía. Al no contener Cadmio es amigable con el medio ambiente, aunque también utiliza pequeñas cantidades de otros productos tóxicos.

Las baterías pueden ser consideradas el talón de Aquiles de los sistemas tipo 'isla', estos sistemas que no son conectadas a la red. Estas representan gran parte de la inversión pero tienen frecuentemente la vida más corta de toda la instalación. Reducir la frecuencia de cambiarlas contribuye significativamente a disminuir estos peligros. (Jerome Barrau, 2009)

Regulador de carga:

Uno de las razones por el uso de sistemas fotovoltaicos no es tan convencional para la generación de energía es su alto costo, por lo que es muy importante optimizar al máximo la vida útil de todos los componentes del sistema fotovoltaico, es por ellos que uno de ellos son las baterías.

Este elemento evita la operación de la batería fuera de un rango de tensiones inadecuado. La función principal de este regulador es la de proteger la batería de eventuales sobrecargas y sobre descargas.

Para ello es necesario que el panel solar se conecte en paralelo a la batería o al banco de baterías, el diodo que se encuentra en el sistema evita que el panel solar se convierta en carga para la batería cuando no genera energía, pero aun así este diodo drena energía del sistema y se convierte en pérdida permanente para el circuito.

- Cableados y dispositivos de protección
- Lámparas y otros equipos de consumo

(Jerome Barrau, 2009)

Principio de funcionamiento:

Entre las celdas solares se encuentran las convencionales basadas en el silicio, las cuales son las más difundidas en la actualidad, aunque como su proceso de fabricación es costoso, esto se ve reflejado en el mercado. Existen celdas solares basadas en elementos compuestos como el telurio de cadmio o telurio de azufre (CdTe/STe) y otros tipos de celdas solares (utilizadas fundamentalmente a nivel de laboratorio), pero son en general muy costosas y no se encuentran ampliamente difundidas a escala comercial para aplicaciones terrestres.

Las celdas solares fotoelectroquímicas constituyen otra variante en la conversión fotovoltaica. Estas celdas basan su principio de funcionamiento en la de un semiconductor con un electrolito la interfaz electrolito-semiconductor es muy fácil de formar (basta con ponerlos en contacto) lo que constituyen una ventaja frente a otras uniones sólidas y supone un abaratamiento de los costos en el diseño de celdas solares. Utilizando celdas fotoelectroquímicas se han logrado eficiencias del 15 al 17 % en la conversión fotovoltaica.

La aplicación a gran escala de esta interfaz como alternativa no ha sido posible, ya que los semiconductores idóneos para el aprovechamiento de la energía solar pueden degradarse con relativa rapidez en contacto con electrolitos. En electrolitos no acuosos resulta algo más estables, pero disminuye sensiblemente la eficiencia de las celdas. Los óxidos semiconductores resultan ser mucho más resistentes a la corrosión pero, por presentar una banda prohibida (gap) relativamente ancha, solo aprovechan una parte muy pequeña del espectro solar. (Eddie Nahum Armendariz Mireles, 2014)

Mono cristalino:

Este tipo de celda tiene una estructura cristalina ordenada, con cada átomo idealmente situado en una posición pre-ordenada y muestra un comportamiento predecible y uniforme.

El silicio pasa a través de varios ciclos de filtración intensiva lenta con la energía y los procesos de separación y por lo tanto es el tipo más costoso de silicio.

Estas celdas normalmente se crean en una forma circular o un "cuadrado-sin-esquinas. Esto es porque, cuando se cultivan a partir de un lingote, la única manera de crear estructuras cristalinas de alta pureza es extruido del líquido fundido y la gravedad hace el resto, con respecto a la creación de un bloque cilíndrico de que las celdas más pequeñas se cortan. Por lo general, los fabricantes dejan las células en una forma circular sin embargo, debido a los avances en el reciclaje, las células se están cortadas en cuadrados-sin-esquinas para maximizar la densidad de empaquetamiento de los módulos.

Poli cristalino:

Este tipo de celda contiene varias regiones de silicio cristalino que se mantienen juntas a través de un enlace covalente y separados por límites de grano. El silicio pasa a través de un menor número de ciclos de filtración intensiva de energía que los procesos de separación de las células mono cristalinas y por lo tanto son un material menos costoso para los fabricantes.

Estas celdas son fabricadas en una forma cuadrada. Esto es debido a que el líquido fundido en los lingotes (cuadrado) no es para ser extruido o ir a través de otro proceso, sino para producir un bloque de silicio fuera de los cuales las pequeñas células son cortadas. (Las uniones entre los granos tienen un efecto interesante en la eficiencia de la celda solar.

Diseño de sistemas interconectados a red:

La industria fotovoltaica se desarrolla en base a las aplicaciones de los módulos en los sistemas autónomos, especialmente los aislados, estos representaban el 66% de los usos en el año 1995, ya en el 1999 los papeles se invirtieron las instalaciones conectadas a redes eléctricas de distribución de energía representaba el 53% de las ventas. Este cambio rápido y creciente en la participación de las instalaciones conectadas a red en el mercado fotovoltaico, se debió fundamentalmente a programas oficiales de promoción. (Jerome Barrau, 2009)

Diseños Aislados:

Una instalación aislada constituye de por sí un sistema autónomo en una escala distinta de otro sistema en red masiva que, en principio, realiza operaciones o bien funciona o hace o puede hacer funcionar los componentes objetos del sistema aislado. Es decir los componentes objetos del sistema aislado bien puede trabajar o funcionar (por adecuación) dentro del sistema en red. (Jerome Barrau, 2009)

Energía eólica:

A la energía de los vientos se la considera como una forma de la energía solar, ya que el viento es una consecuencia del calor solar, pero debido a que su captación es tan diferente, se estudia por aparte, aunque coincide con aquella en que es una forma de energía poco concentrada y no constante. El viento (G, 2004)

Principio de Funcionamiento:

Según Guillermo Bendaña (G, 2004) señala que: El funcionamiento de las maquinas eólicas está fundamentada en la energía cinética que transmite el viento a las aspas del molino. Un aerogenerador de viento es un arreglo de aspas rígidas que forman un determinado ángulo respecto a la dirección del viento y este, al golpear el aspa, se desplaza sobre estas gracias a su ángulo de inclinación de las mismas, pero a la vez cede la energía cinética, que se convierte en energía de rotación y es esta rotación la que se utiliza para su aprovechamiento de acuerdo a las necesidades del usuario.

Tipos de sistemas eólicos:

Se debe destacar que para producir fuerza motriz es necesario un movimiento rotatorio, por ello el mecanismo principal es el rotor, transmitiendo la potencia útil desde el árbol del rotor y otras a través de engranajes; la maquina receptora de la potencia del rotor puede ser un molino para granos básicos, una bomba para la extraer agua, u otro tipo de maquina agrícola, estos se pueden agrupar de acuerdo a su velocidad, a la disposición de su eje de rotación respecto a la dirección del viento y según se aprovechen la fuerza de traslación o de ascensión del viento:

- **Según la velocidad del viento:** Existen aerogeneradores de alta y baja velocidad, los de alta se utilizan para la generación de energía eléctrica quienes poseen de dos a tres aspas y se les conoce como aerogeneradores. Los de baja velocidad se emplean para el bombeo de agua, la trituración de granos poseen varias aspas produciendo mucha fuerza.

- **Según dirección del viento:** Existen maquinas eólicas de eje vertical con eje perpendicular a la tierra y al viento quienes soportan vientos de todas direcciones y utilizar las ráfagas de viento a su favor; son generalmente molinos de baja o muy baja velocidad, con un poderoso torque y que no representa ninguna dificultad que giren a velocidades más altas de las acostumbradas y no requieren orientación, pero si son máquinas que operan con velocidades de rotación muy lentas y poco rendimiento o sea que no aprovecha el 100% de la fuerza motriz del viento. Los molinos de eje vertical poseen un rendimiento de un 20% aunque en funcionamiento se estima del 15%, entre los modelos de eje vertical que se destacan son los Savonius y el Darrieus.
- **Los molinos de eje horizontal:** están de forma paralela a la dirección del viento y el rotor debe estar de cara al viento debido al efecto giroscópico y que no es más que, un efecto que se da en los cuerpos que poseen ejes de rotación y que afecta la dirección, si esto se diese el sistema debe adaptarse a ese cambio de dirección. Estos molinos son de tipo hélice (de alta velocidad) y de tipo turbina (velocidad media a baja). Requieren orientación continuamente de acuerdo a la dirección del viento y para ellos se diseña con un límite de velocidad máxima, por encima de la cual pueden sufrir daños considerables y es por ellos que poseen un sistema de frenado cuando su velocidad llega a este límite máximo son quienes tienen una eficiencia teórico del 60% pero en la práctica el 40% o menos de ese porcentaje. (G, 2004)

Cimentación:

Los aerogeneradores actuales de eje horizontal están constituidos por una cimentación subterránea de hormigón armado, adecuada al terreno y a las cargas del viento, sobre la cual se levanta una torre. (Jesus Gonzales Labajo, 2010)

Torre:

La torre de un aerogenerador es el elemento estructural que soporta todo peso del aerogenerador y mantiene elevadas del suelo las palas de la turbina. Está hecha de acero y normalmente hueca por dentro para poder permitir el acceso a la góndola. Esta suele ser típicamente de acero de tipo tubular u hormigón armado (en la actualidad se suelen utilizar estructuras mixtas en las que la parte inferior es de hormigón y la superior de acero). Elevan el aerogenerador lo suficiente como para que sea capaz de acceder a velocidades del viento mayores, en contraste con las bajas velocidades en los puntos cercanos al terreno y la existencia de turbulencias. Al extremo de la torre se fija una góndola giratoria de acero o fibra de vidrio. (Jesus Gonzales Labajo, 2010)

Rotor y las palas:

Normalmente las turbinas modernas están formadas por dos o tres palas, siendo lo normal el uso de tres por la mayor suavidad en el giro que proporciona. Las palas están fabricadas de un material compuesto de matriz polimérica (poliéster) con un refuerzo de fibras de vidrio o carbono para dar mayor resistencia. Pueden medir longitudes en el rango desde 1 metro hasta 100 metros y van conectados al buje del rotor. Dentro del buje hay ciertos elementos mecánicos que permiten variar el ángulo de incidencia (o pitch) de las palas. (Jesus Gonzales Labajo, 2010)

Góndola:

La góndola es un cubículo que se puede considerar la sala de máquinas del aerogenerador. Puede girar en torno a la torre para poner a la turbina encarada al viento. Dentro de ella se encuentran la caja de cambios, el eje principal, los sistemas de control, el generador, los frenos y los mecanismos de giro de la góndola. El eje principal es el encargado de transmitir el par de giro a la caja de cambios. (Jesus Gonzales Labajo, 2010)

Caja de cambios:

La función de la caja de cambios es adecuar la velocidad de giro del eje principal a la que necesita el generador. Por ejemplo en una turbina de 1 MW que tenga un rotor de 52 metros de diámetro girará aproximadamente a 20 revoluciones por minuto (rpm) mientras que el generador lo hará a 1500 rpm. La relación de la caja de cambios será de $1500/20=75$. (Jesus Gonzales Labajo, 2010)

Generador:

Actualmente hay tres tipos de turbinas, que varían únicamente en el comportamiento que tiene el generador cuando el molino se encuentra en condiciones por encima de las nominales para evitar sobrecargas. Casi todas las turbinas utilizan uno de los 3 sistemas mencionados a continuación:

Sistema de frenado:

Las turbinas eólicas están equipadas con sistemas de seguridad muy avanzados. El sistema de frenado de discos permite, en situaciones de emergencia o de mantenimiento, parar el molino.

Sistema de control:

Una vez puesto en marcha un molino eólico, queda totalmente automatizado con sistemas de control formado por ordenadores. Estos manejan la información que suministran la veleta y el anemómetro colocados encima de la góndola para orientar el molino y las palas de forma que la generación se optimice lo máximo posible. Toda la información sobre el estado de la turbina se puede enviar de forma remota a un servidor central. (Jesus Gonzales Labajo, 2010)

Factores que intervienen:

- **Viento:** El viento es aire en movimiento. En energía eólica sólo se considera y dirección de la componente horizontal del movimiento tridimensional del aire. Los movimientos verticales se denominan corrientes de convección. (Marti Rosas, 2008)

- **Origen:** Dice el diccionario que la palabra viento viene del latín ventus y significa "aire atmosférico que se mueve una dirección determinada". Dice también que es "aire agitado de cualquier modo", es decir que cualquiera puede provocar viento simplemente agitando el aire. (Marti Rosas, 2008). Por la atmósfera terrestre circulan corrientes de aire en forma constante, que se mantienen en equilibrio porque cuando viene una corriente de aire en dirección norte, se ve contrarrestada por otra que va en dirección sur. Se considera en (G, 2004) que el viento se origina debido a tres factores:
- **Distintos La radiación solar:** que del 1-2% de esta radiación se transforma en energía eólica debido a gradientes horizontales de presión debido al calentamiento del aire que genera diferencias de temperatura por ende gradientes de densidad y presión.
- **Rotación de la tierra:** quien es causante del efecto corio (Marti Rosas J. S., 2008)lis la cual desvía la dirección del viento hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur. La acción sobre el aire de las diferencias de presión atmosférica, distintos tipos de superficie terrestres y la orografía. Estas tres fuerzas son las responsables de la velocidad y dirección del viento en la tierra, la radiación ejerce su influencia en los gradientes de presión como fuerzas horizontales (F_p). (Marti Rosas, 2008)
- **Teorema de coriolis:** la diferencia entre las aceleraciones absoluta y relativa de un punto material, entre dos sistemas de referencia móviles entre si , no es solo la aceleración de arrastre ,sino que debe tenerse en cuenta la presencia de un término correctivo que actúa como una aceleración complementaria, y que depende de la velocidad relativa. (Marti Rosas, 2008)

Tipos de viento:

Estos se dan según la superficie terrestre las relevancias de las fuerzas que afectan al viento varían y se diferencian dos tipos de viento:

- **El viento Geostrófico:** Es el viento que se obtiene a una altura superior a 1000m y es debido a los gradientes de presión y a la fuerza de coriolis.
- **El viento de gradientes:** Es el resultado del balance de fuerzas debido al gradiente de presión, la fuerza de coriolis y la fuerza centrífuga. Se aproxima al viento real cuando la fuerza de rozamiento es despreciable, como suele suceder a alturas mayores a 100m.
- **El viento de superficie:** Es el viento que se encuentra a alturas inferiores a 100m, siendo el viento de relevancia para los estudios de aprovechamiento energético eólico. Se ve afectado por todas las fuerzas que se mencionan anteriormente: del gradiente, de coriolis, centrífuga y de rozamiento, siendo esta última la de mayor influencia para un viento de gradiente dado.
- **Rosa de los vientos:** La rosa de los vientos es una herramienta de navegación que permite guiar a los marineros mostrándoles la orientación de los ocho vientos principales, y determinar gráficamente la presentación conjunta de las distribuciones de frecuencia de la fuerza (velocidad) y dirección del viento. (Marti Rosas J. S., 2009)

Instrumentos:

- **Anemómetro:** Es un dispositivo que se emplea en el terreno de la meteorología para medir la intensidad del viento. (Marti Rosas, 2008)
- **Veletas:** A veleta es un objeto que se instala en la parte superior de una construcción para que, cuando sopla el viento, pueda girar e indicar su dirección. Es habitual que la veleta tenga la forma de un animal, como un gallo o un caballo, aunque también puede ser una flecha o cualquier otra cosa. Y según (Marti Rosas, 2008) una veleta consiste en un dispositivo montado sobre un eje vertical de giro libre, que se mueve al variar la dirección del viento.

- **Termómetros:** El termómetro es un instrumento técnico destinado a medir temperaturas, o sea la energía interna que un cuerpo posee.
- **Barómetro:** El barómetro es el instrumento que se emplea para medir la presión atmosférica y asimismo para poder realizar predicciones sobre el clima. (Marti Rosas, 2008)

Cálculos y fórmulas:

Energía y potencia del Viento, una masa de aire m con movimiento uniforme unidireccional de velocidad v que posee una energía cinética, la expresión de esta ecuación básica es:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

Ec: Energía cinética.

m: Masa de aire móvil.

v: Velocidad de masa de aire.

Si ρ es la densidad del aire de la corriente uniforme, la energía por unidad de volumen de esta masa es:

$$e = \frac{1}{2} \rho v^2$$

El flujo volumétrico Q a través de una superficie de control estacionaria de sección frontal A es:

$$\dot{Q} = Av$$

El flujo de energía (flujo de aire que atraviesa la superficie que cubre un aerogenerador) o potencia eólica (potencia disponible en el aire) de la corriente a través de **A** es:

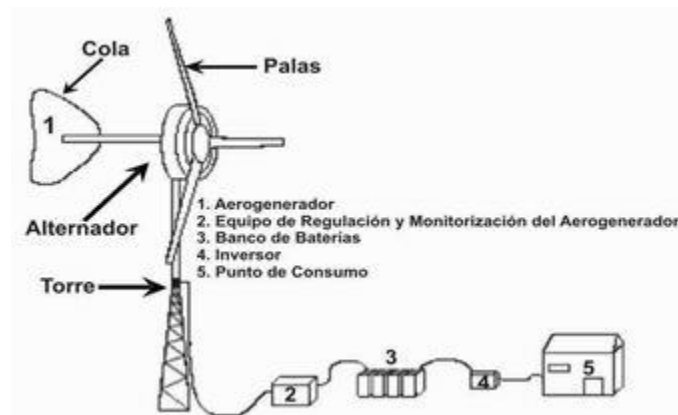
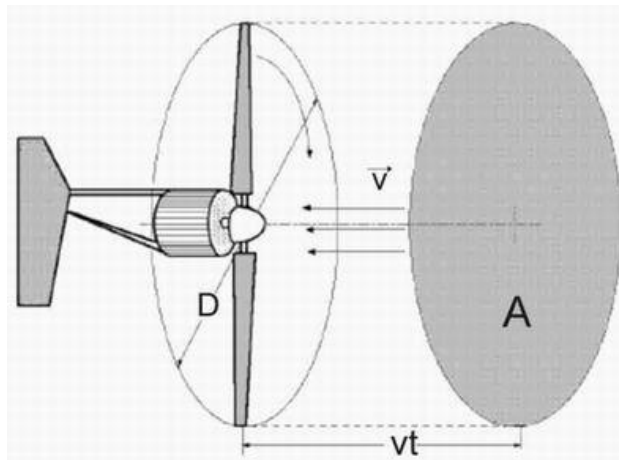
$$P = \rho A v^3$$

P: potencia disponible en el aire

A: superficie que cubre el aerogenerador

v: velocidad del viento

ρ: densidad del aire 1,225 kg/m³



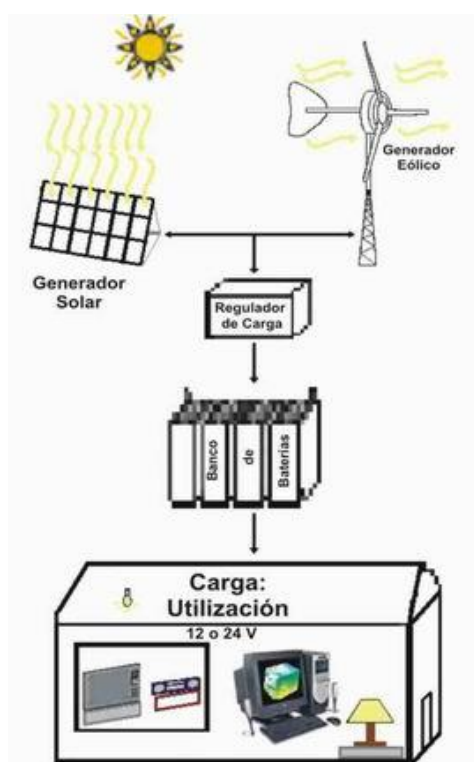
Sistemas Híbridos:

Son aquellos que disponen, además de la energía solar, otros medios de generación de energía eléctrica. Estos generadores podrían ser otros sistemas de generación limpios, como los eólicos, o generadores eléctricos conectados a motores de combustión. En este caso, los sistemas se complementan entre sí para entregar la cantidad de energía necesaria a la carga o para cubrir todas las horas de utilización requeridas (Jerome Barrau, 2009). Pag. c2

Sistemas híbridos eólico-solar fotovoltaico:

La combinación de generación eólica y solar fotovoltaica es posible y es una alternativa para la generación de electricidad en sistemas aislados, a través de los denominados sistemas híbridos, sostuvo Renán Orellana, consultor de Energética y experto en Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Sistemas aislados:



IV. HIPOTESIS

El diseño de un sistema híbrido eólico solar fotovoltaico de 1 kw/h debe cubrir la demanda eléctrica de un hogar promedio de la comunidad El Jilguero, siempre y cuando existan las condiciones necesarias de radiación solar y del recurso viento.

V. Operacionalización de variables

5.1 Variable independiente

La variable independiente de la investigación es: **carga de consumo**.

5.2 Variable dependiente

Las variables dependientes de la investigación son: **potencial energético, eficiencia energética**.

Variable	Descripción	Indicador	Instrumento
Potencial energético	Cantidad de recurso energético para ser aprovechado.	kw/h	Fórmulas
Eficiencia energética	La capacidad de producción de un equipo de la manera más racional.	%	Tabla de eficiencia por equipos
Carga de consumo	Cantidad de gasto energético.	kw/h	Censo de carga

VI. Metodología

Para Sampieri, Collado y Lucio (2010), la investigación cuantitativa se enfoca en medir fenómenos, prueba hipótesis, hace análisis de causa-efecto, utiliza el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

En base a lo antes mencionado la presente investigación es de tipo cuantitativa, ya que se centra en la medición y análisis de datos numéricos, para la evaluación de los recursos Sol y viento que determinaran la viabilidad del sistema híbrido eólico solar-fotovoltaico, como fuente generadora de energía eléctrica para la comunidad el Jilguero, de la Reserva Natural Miraflores Moropoten, municipio de Condega.

La lógica de la investigación es deductiva, según Sampieri et al. (2010), este parte de lo general a lo particular, es decir la lógica o razonamiento deductivo, comienza con la teoría y de ésta se derivan expresiones lógicas denominadas hipótesis que el investigador busca someter a pruebas.

Este enfoque permite a los investigadores razonar y valorar la hipótesis planteada, teniendo como herramienta una base de datos numéricos extraídos de las estaciones meteorológicas del municipio de Condega, departamento de Estelí, así como también los datos de la NASA, lo que permitirán la obtención de resultados y el análisis de los mismos.

El proceso investigativo tiene un alcance exploratorio, ya que mediante la revisión literaria se encontró que hay pocas investigaciones relacionadas al tema de estudio. Para Sampieri et al. (2010), “los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado”.

Cabe mencionar que la investigación es de corte transversal, puesto que su elaboración se originó en un tiempo determinado, el que fue durante el segundo semestre del año 2016, cumpliendo con el periodo académico de FAREM-Estelí.

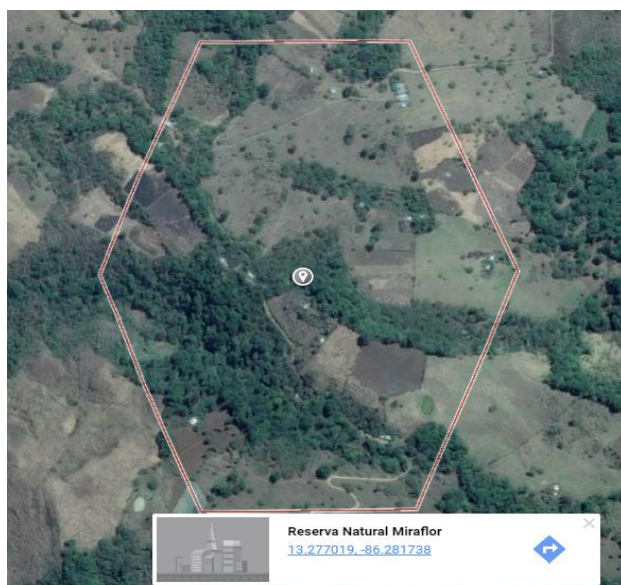
Dicha investigación se desarrolla bajo la línea de investigación “Solar Fotovoltaica” de la Facultad Regional Multidisciplinaria Estelí (UNAN-Managua/FAREM-Estelí).

6.1 Universo de estudio

Para Sampieri et al., (2010) “la población o universo son el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

La investigación se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2016, en la comunidad El Jilguero, ubicada dentro de la Reserva Natural Miraflores Moropotente perteneciente al municipio de Condega, a 25 km de la ciudad de Estelí, Nicaragua.

El objeto del estudio está delimitado a los diferentes sistemas que se encuentran en Nicaragua que utilizan equipos tecnológicos para la generación de energía eléctrica a través de los recursos naturales Sol y viento, en zonas rurales sin acceso a servicio eléctrico.



6.2 Muestra

Para Sampieri et. al. (2010), la muestra es un subgrupo de la población de interés (sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión), este deberá ser representativo de la población”, cuyo tipo de muestra es probabilístico, ya que todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos.

Teniendo en cuenta que la población de El Jilguero es de 123 habitantes según censo realizado por la alcaldía de Condega, con la siguiente fórmula se calcula la muestra.

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

Opteniendo un tamaño de la muestra representativo de la población del Jilguero será de 40 personas, tomando en cuenta las personas más aptas para la obtención de información, en este caso los adultos. Entre edades comprendidas de 25 a 55 años.

El tipo de muestreo es probabilístico, porque la selección de los sistemas con distintos equipos tecnológicos de generación eléctrica a través de los recursos naturales Sol y viento a estudiar son seleccionados en base a sus características necesarias con la ejecución de la investigación que es su alta eficiencia, su existencia en territorio nacional es decir Nicaragua y la factibilidad económica de estos. Esta comunidad cuenta con 35 casas aisladas una con forma la otra y con una población de 123 habitantes.

6.3 Técnicas de recolección de datos

Para Sampieri et. al (2010), la recolección de datos resulta fundamental, esta etapa consiste en recolectar datos pertinentes sobre los atributos, cualidades o variables de los participantes, casos, sucesos, comunidades u objetos involucrados en la investigación, los requisitos que un instrumento debe cubrir para recolectar apropiadamente datos cuantitativos son: confiabilidad, validez y objetividad.

Para lograr los objetivos en la investigación se hizo uso de los modelos esenciales en la recolección de datos como:

Cuestionario:

Según Sampieri et. al. (2010) un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir, el cuestionario es una opción viable como método para recolectar información acerca de la opinión de la población de la comunidad el Jilguero, sobre las energías renovables como fuente de generación eléctrica para sus viviendas.

Para la recolección de información se utilizó un cuestionario con preguntas cerradas, la que contienen categorías u opciones de respuesta que han sido previamente delimitadas. Esto con el objetivo de facilitar la recolección de datos útiles para el desarrollo de la investigación.

Observación:

Esta técnica de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y conductas que se manifiestan. Puede utilizarse como instrumento de medición de circunstancias. Haynes (1978), menciona que es el método más utilizado por quienes se orientan conductualmente.

Los pasos utilizados para guiar el método de observación son:

- a) Definir con precisión el universo de aspectos, eventos o conductas a observar.
- b) Especificar las circunstancias de la observación.

- c) Incluir todo el universo o extraer una muestra representativa de aspectos, eventos o conductas a observar.
- d) Establecer o definir las unidades de observación.

La observación en la investigación tiene como objetivo observar la rugosidad de la naturaleza, la vegetación y las montañas, los que son factores indicativos del viento. La rugosidad se evalúa cuantitativamente mediante el parámetro longitud de rugosidad.

6.4 Etapas de la investigación

Etapas Exploratoria

En esta fase se visitó la comunidad El Jilguero durante el segundo semestre del año 2016, con el objetivo de obtener datos relevantes que faciliten la presente investigación, en esta etapa se realizaron viajes a la zona de la investigación en donde se observaron diferentes posibles áreas en las que se realizará la recolección de datos, la accesibilidad del terreno, ubicación exacta en donde se pretenderá aplicar los instrumentos de recolección de información, observación en todas las direcciones para detectar todas las rugosidades que se encuentran en el sitio, esto con el fin de determinar el área exacta donde se concretará la estación meteorológica,

Las visitas consecutivas a la zona de estudio representan un pilar fundamental para la ejecución de una obra, para la constatación de los cambios climáticos que se observan en esta zona y así tener un conocimiento previo de variaciones climáticas utilizando la observación como aliado, lo que permitirá proyectar posibles datos a obtener cuando se estén utilizando los instrumentos elegidos.

Etapas de Diseño de Instrumento

Los instrumentos aplicados para la presente investigación fueron el cuestionario y la observación.

El cuestionario se enfocó en una serie de preguntas con el objetivo de brindar al poblador seleccionado la confianza y libertad de responder a las preguntas que se le realizaron, siendo esta una ventaja, ya que este tipo de cuestionarios brinda información necesaria de lo que se quiere saber, de igual manera el poblador puede hacer sugerencias.

La observación se enfocó en el estudio del área de investigación para obtener una variedad de datos como: la dirección del viento, la rugosidad de la zona y entre otros factores que intervienen en el funcionamiento de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico.

Fase de Recopilación de Datos

La recopilación de la información se hizo a través de la visita a la comunidad El Jilguero ubicada en la Reserva Natural Miraflor Moropotente, donde se explicó primeramente a las y los pobladores el objetivo de la investigación, posterior a esto se identificó el potencial energético de los recursos Sol y viento el fin de evaluar el posible funcionamiento que tendría un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico.

Etapas de elaboración del documento final

El presente documento se realizó a través de los siguientes pasos metodológicos:

- Recopilación de información a través de visitas al área de estudio.
- Recolección de datos por medio de los instrumentos de investigación elaborados en conjunto con el tutor de la investigación y los estudiantes investigadores.
- Procesamiento y organización de la información recopilada durante cada visita.
- Análisis bibliográfico de trabajos investigados.
- Disposición del tiempo necesario para trabajar en redacción del documento final.

Para la elaboración del documento se utilizaron diferentes medios tecnológicos como:

- Celulares: para fotografías y videos.
- GPS: se utilizó para ubicar el área de investigación.
- Solarímetro: para medir la radiación del Sol.
- Anemómetro: para medir la velocidad del aire.
- Termómetro: para medir la temperatura del ambiente.
- También se manipularon computadoras laptop, con software tales como (WindRose Pro3) que hizo posible la redacción del documento.

6.5 Trabajo de campo

Objetivo. 1 “Evaluar el potencial energético solar y eólico de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural de Miraflores Moropotente.”

Para la recolección de datos se realizaron viajes a la zona de estudio, en este caso la comunidad el Jilguero del municipio de Condega.

Se utilizó el método de la observación para determinar la rugosidad del lugar, esta fue recopilada en una ficha de caracterización de rugosidades (ver en ANEXO N°4) que fue elevada por los investigadores, de una manera que tomara en cuenta parámetros que permitiera calificar el tipo de rugosidad a través de la tabla de Longitud de rugosidad (ver en ANEXO N°5).

Se utilizaron datos de un año de evaluación, de INITER en la estación meteorológica del municipio de Condega del departamento de Estelí, lo que facilitó la obtención de datos confiables que permitirán conocer la viabilidad del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para una posible instalación en la comunidad,

Para la evaluación del recurso Sol y viento, se tomaron en cuenta los datos que nos ofrece la NASA en su sitio web, esto permitió tener una media promedio del viento y la radiación solar en la comunidad evaluada.

Para obtener el potencial eólico:

Se utiliza el programa WindRose Pro3, el que realizará una serie de cálculos automáticamente, determinando valores como lo son: las velocidades promedio del viento por cada mes, predominancias en cuanto a la dirección, frecuencia con respecto a la velocidad del viento (weibull), que son fundamentales para la obtención del potencial eólico de la zona de estudio.

El diagrama de weibull permitirá la predicción de la velocidad del viento de la comunidad el Jilguero un dato esencial para determinar el potencial eólico a través del teorema de Betz que según (Jesus González Labajo, 2010) la potencia eólica disponible no es aprovechada totalmente por los aerogeneradores existe un límite superior, determinado por este dato la potencia aprovechable a través de la siguiente ecuación:

$$Pa = \frac{p}{4} A(v_1^2 - v_2^2)(v_1 - v_2)$$

Siendo:

- p la densidad del aire (1,225 Kg/m³ en condiciones estándar)
- $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$ la velocidad media aguas arriba y aguas abajo del aerogenerador
- A el área del aerogenerador

Con esta fórmula final mente podremos determinar el potencial eólico aprovechable en la zona de estudio en este caso por cada metro cuadrado, es decir se determinara el potencial aprovechable por cada metro cuadrado de área que tenga el aerogenerador a seleccionar.

Luego se procesaron los datos de irradiación solar a través de tabla de Excel obteniendo media de horas solares en el transcurso del año, conociendo los rangos de horas solares entre mínimas y máximas por lo que según (Jérôme Barrau, 2008) el dato de la radiación solar también contiene el número de horas por día que la radiación solar tiene un valor de 1,000 W. Es decir que cada hora solar que se tenga equivalen a 1,000 W aprovechables por cada metro cuadrado de un sistema solar fotovoltaico.

Objetivo. 2 “Dimensionar los sistemas eólicos y solares fotovoltaicos, aptos para la generación y consumo de energía eléctrica en viviendas de la comunidad el Jilguero”.

Mediante un censo de carga de los equipos, que los habitantes necesitarían en sus hogares para mejorar su calidad de vida (confort), se identificó por cada casa de habitación el consumo promedio, esto permitirá cubrir la demanda existente en el hogar. Y conociendo el potencial energético solar y eólico de la zona de estudio, teniendo estos dos factores en cuenta se dimensiona un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico.

Consiste en dimensionar dos sistemas por separado, pero, de una forma que estos puedan trabajar eficientemente como uno solo, en primer lugar se dividió proporcionalmente la generación requerida para satisfacer la demanda en dos partes, pero esta no se hace proporcionalmente sino que a través de la potencia disponible de la zona se dividen.

Dimensionamiento del sistema eólico:

Como el consumo se reparte a lo largo de todo el día y no es constante, se aplica un coeficiente de utilización k_u (adimensional) que equivale a 0.5, para determinar la potencia mínima que se debe suministrar mediante el aerogenerador $P_{diaria} = P \cdot k_u$

Suponiendo que el consumo diario es uniforme durante todo el año la energía consumida a lo largo de este será $P_{anual} = P_{diario} \cdot 365$

Una vez sabemos la energía que consumiremos al año debemos garantizar una energía mínima la cual ha de garantizar y proporcionar nuestro aerogenerador.

Imponemos la condición de que sea capaz de abastecer un consumo mínimo aproximado del 70% de la demanda energética total. El resto de dicha demanda lo cubrirá, la otra parte de la instalación híbrida, en este caso por el sistema solar fotovoltaico.

A través de la velocidad de weibull obtenemos la distribución equivalente para cada velocidad del muestreo y el consumo que hemos estimado, podremos determinar que el aerogenerador a utilizarse según la curva de potencia que estos tengan probando hasta encontrar el más adecuado para la generación de energía eléctrica que este produzca según la velocidad media que se tiene en la zona de estudio.

Dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico:

Como este solo cubrirá el otro 30% de generación del sistema, se harán los cálculos respectivos con este porcentaje de demanda energética, dimensionando todo el sistema como lo es la cantidad de paneles a utilizarse según su potencia, el controlador, el banco de baterías e inversor.

Cabe destacar que este banco de baterías es apto para suministrar energía en caso de que en un momento ambos sistemas no estén generando, por eso no se calcula un banco de batería aparte para el aerogenerador, así mismo el controlador será híbrido para que el exceso de energía producida por el aerogenerador pueda ser almacenado.

Para los momentos en los que la producción supere el máximo marcado por consumo y disponga de más energía de la necesaria para cargar los acumuladores, ésta se eliminaría a través de la resistencia de dispersión del regulador de la instalación.

Fórmulas para el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico

- Potencia de generación demandada.

$$P_{\text{gen}} = f \cdot \frac{E_{\text{total}}(Wh)}{\Delta t_{\text{sol}}(h)}$$

- Número de Paneles solares.

$$N_{p_s} = P_{\text{gen}} / P_{p_v}$$

- Potencia que producirán los paneles solares.

$$P_p = N_{p_s} * P_{p_v}$$

- Energía necesaria que se acumulara en el banco de baterías.

$$E_{\text{bat}} = \frac{E_{\text{bat}}(wh/dia) * \tau(dia)}{\int p}$$

- Tipos de baterías:

De 1260 wh, 105 Ah a 12 v

De 2640 wh, 220 Ah a 12 v

- Selección del número de baterías.

$$N^{\circ} \text{ batería} = \frac{E_{\text{bat}}}{\text{tipo de baterías}}$$

- Energía que se acumulara en las baterías.

$$E_{\text{bat}}(wh) = (\text{Numero de baterías})(\text{tipo de batería})$$

- Regulador de carga.

$$R_c = \frac{P_{\text{producción}}}{v_{\text{sist}}}$$

- Inversor.

$$Inv = P_{\text{instalada}} / 120v$$

- Días que se cargará la batería.

$$\text{Días} = (\text{potencia de producción } W)(5.1 \text{ h})$$

Luego se realizó un listado de todos los equipos a utilizarse en el sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, según marcas y eficiencia, de los que se encontraron disponibles en los distintos abastecimientos de Estelí.

Para presentar de una manera gráfica el sistema este se diseñó en Google SketchUp, para visualizar el montaje que debe de tener el sistema.

Objetivo. 3 “Calificar la opinión de la población de la comunidad el Jilguero, para conocer el nivel de aceptación del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, como fuente generadora de energía”.

Para cumplir con este objetivo se realizó una serie de cuestionarios semiestructurados con preguntas de tipo cerradas que facilita a los habitantes de la comunidad el Jilguero responder de forma opcional, lo que requirió la realización de viajes al área de investigación, el objetivo principal de estos es la recolección de información clave, en cuanto a la aceptación del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, como fuente generadora de energía eléctrica.

Seguidamente se procede al análisis de la información recolectada, la cual será de forma cuantitativa a través de una tabla Excel, la que será representada por el gráfico de pastel, el cuestionario se basa en el impacto que producirá el sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico como fuente generadora de energía eléctrica y la aceptación que este tendrá en la población en estudio, esto con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

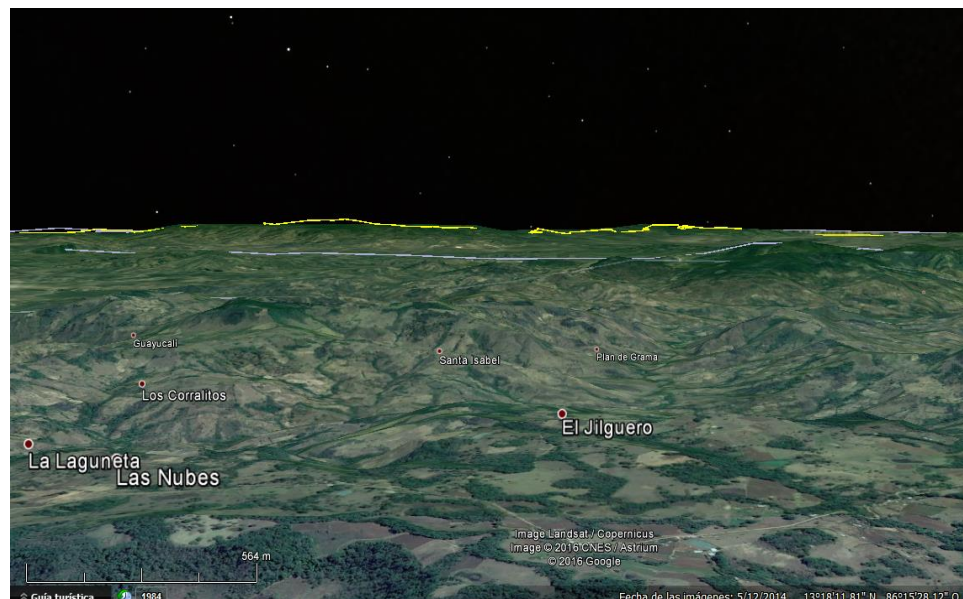
Basados en la experiencia de los pocos pobladores que poseen sistemas solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica.

VII. Análisis y Resultados

7.1 Evaluación eólica

Rugosidad del viento

Según la tabla de rugosidades (ver ANEXO N°5) se determina que es un área agrícola abierta sin barreras, con edificios muy dispersos y con algunos cerros en los alrededores del área de estudio, dando como resultado una clase de rugosidad de 1,5, una longitud de rugosidad de 0,03 y un índice de energía de 52%. Como se puede observar en la siguiente imagen:



Donde se logra observar que la montaña más alta está a 1300 msnm, ubicada hacia el noroeste de la comunidad.

Potencial eólico

Analizando las velocidades del viento a través del teorema de Betz se obtuvo el potencial eólico aprovechable:

$$Pa = \frac{p}{4} A(v_1^2 - v_2^2)(v_1 - v_2)$$

Siendo en este caso según los datos obtenidos de la evaluación eólica:

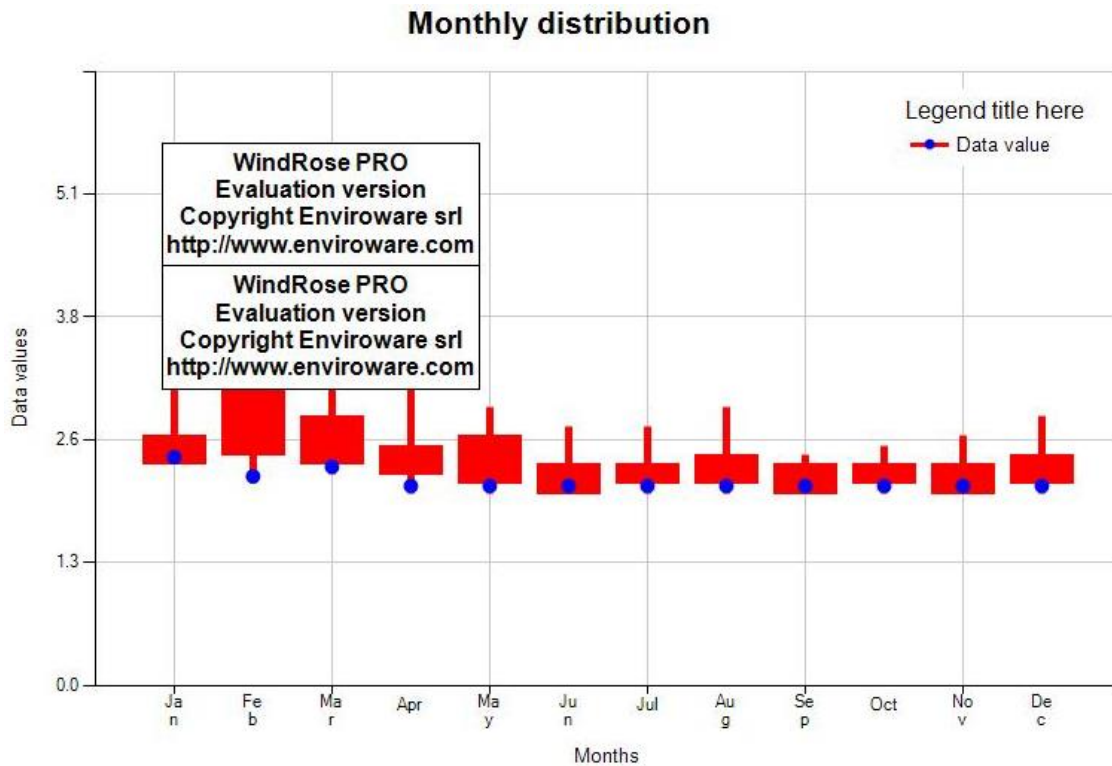
- p , la densidad del aire (1,225 Kg/m³ en condiciones estándar).
- $v_1 = 3 \text{ m/s}$ y $v_2 = 5 \text{ m/s}$, valores obtenidos a través de la tabla de weibull.
- A , el área del aerogenerador, en este caso será igual a uno por lo que se calculará por cada metro cuadrado que posea el aerogenerador a utilizarse quedando:

$$\frac{Pa}{A} = \frac{p}{4} (v_1^2 - v_2^2)(v_1 - v_2)$$

$$\frac{Pa}{A} = \frac{1,225 \text{ Kg/m}^3}{4} (3 \text{ m/s}^2 - 5 \text{ m/s}^2)(3 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s})$$

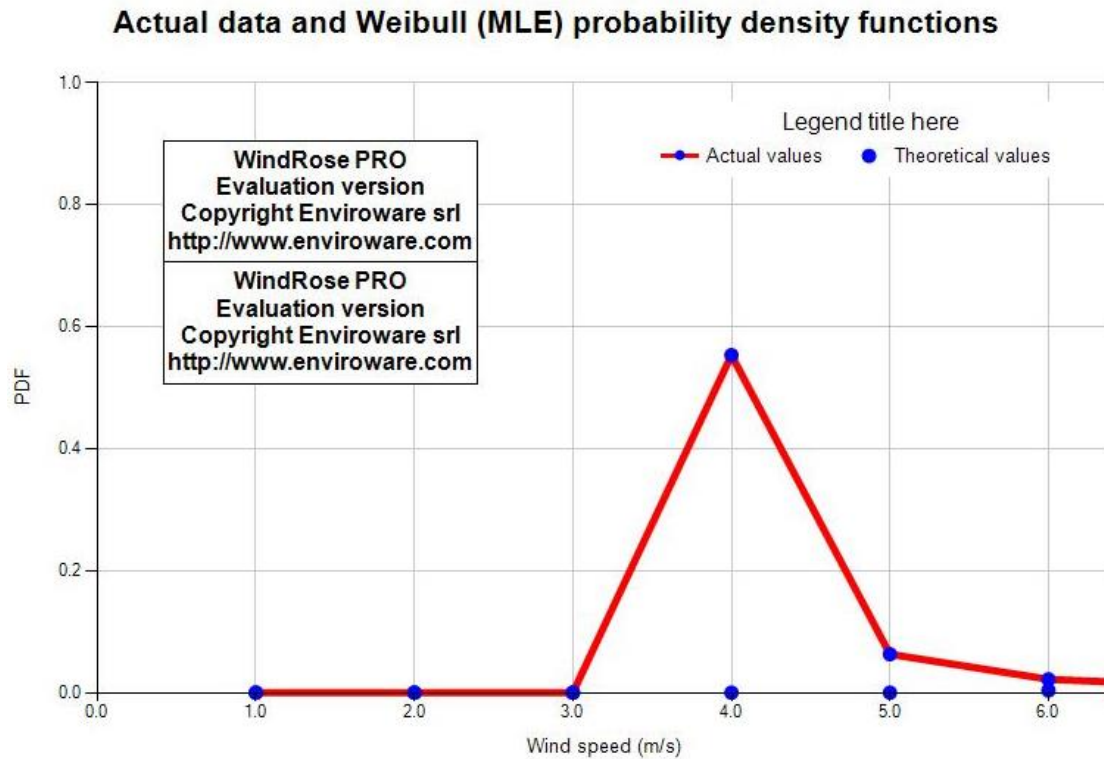
Resultando que la potencia aprovechable por unidad de área cuadrada del aerogenerador será de 9800 W/m². Esto quiere decir que por cada metro cuadrado de área, que mida las aspas del aerogenerador se aprovechará esta cantidad de energía eólica.

**Tabla de velocidades de viento por cada mes datos de INETER (Condega) y
Corroborados con datos de la NASA.**



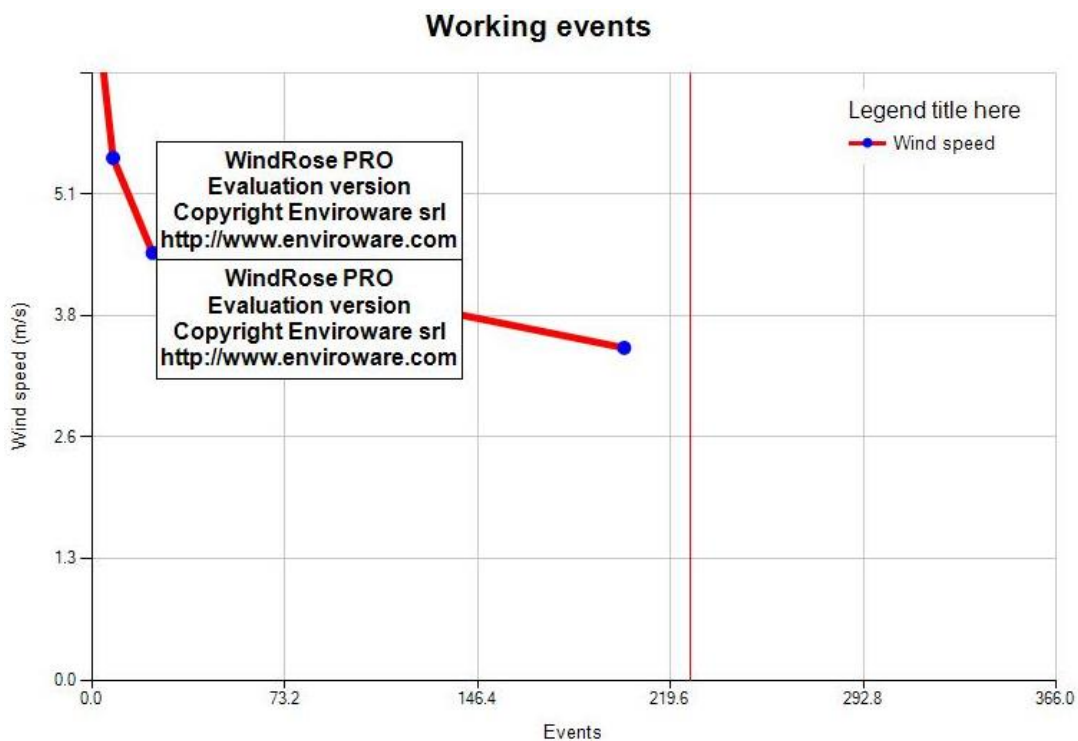
A través de esta tabla se obtienen las velocidades promedio del viento por cada mes en un periodo de un año, se puede observar que el mes con mayores velocidades de viento es febrero con un promedio de 4 m/s y el mes con menores velocidades de viento es septiembre con velocidades de 2,4 m/s. Esto ayuda a determinar el comportamiento de las velocidades del viento en el transcurso del año y establecer una media anual de las velocidades más permanente, en este caso se encuentra una media de 3m/s.

Tabla de distribución de weibull de INETER (Condega) y Corroborados con datos de la NASA.



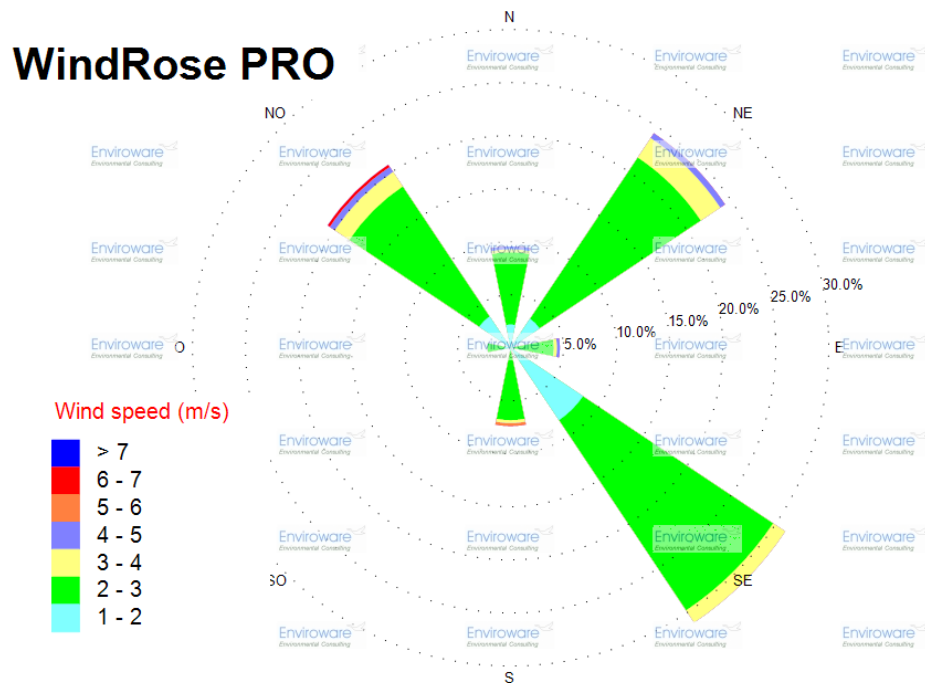
En esta tabla se determina el análisis de la velocidad del viento según el teorema de weibull, a través de las velocidades del viento obtenidas por un periodo de un año de medición, donde se mide la frecuencia con respecto a la velocidad del viento, esta nos da una predicción del 0,58 de confiabilidad de que el viento en la zona de estudio predominará velocidades entre 3m/s a 5m/s con una media de 4m/s.

Tabla de número predominante de velocidades en el año y Corroborado con datos de la NASA



En esta tabla se muestra el número de días en que predomino cierta velocidad, se puede observar a 4 m/s predominio 73.2 días en el año, asimismo a 3,8 predominio 146.4 días en el año y a 3 m/s predominó 200 días al año.

Rosa de los vientos



En esta gráfica se muestra el comportamiento del viento en todo el transcurso del año según la rosa de los vientos, que determina donde predomina mayormente la dirección del viento, como se observa la dirección con mayor número es el Sur Este con un 30% y con velocidades de 3 a 4 m/s.

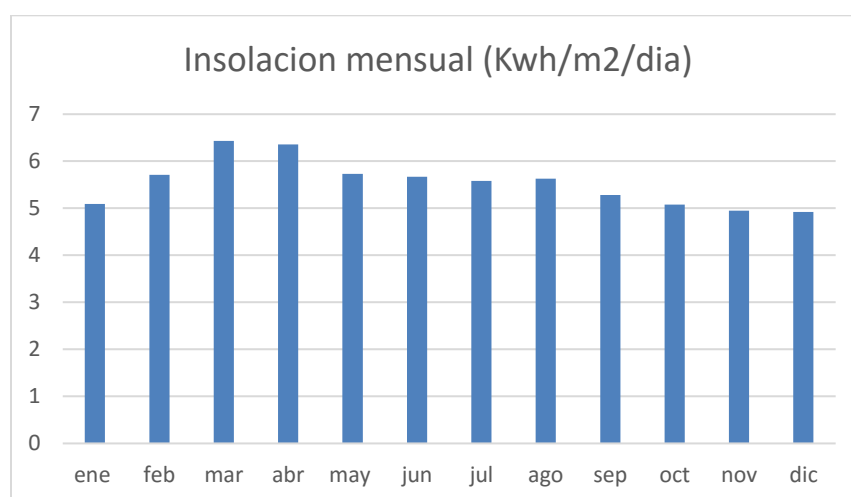
Rosa de Sol viento ubicada en el plano terrestre del Jilguero



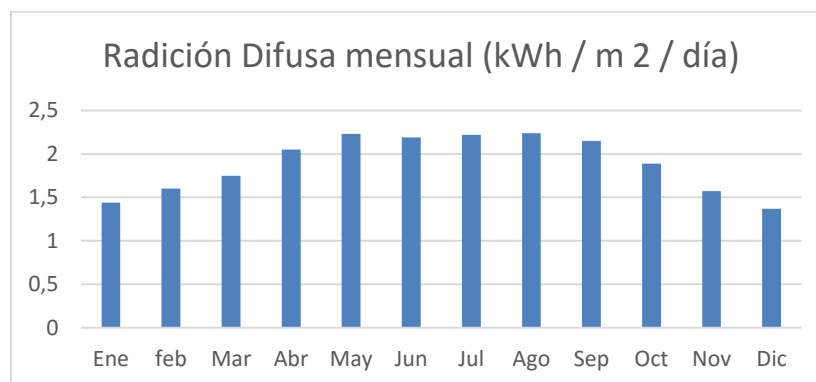
7.2 Evaluación solar

Potencial solar

A través de la evaluación solar se determinó que la horas solares promedio diarias son de 5 a 6 horas sol, lo que nos dan un potencial disponible de 5000 a 6000 W/m² por cada metro cuadrado de panel fotovoltaico instalado.



Se observa en la siguiente gráfica la radiación solar en los distintos meses del año teniendo en cuenta que el mes con menor radiación es diciembre con 4,9 (Kwh/m2/día) y con mayor radiación es Marzo con 6,5 (Kwh/m2/día).



Según el gráfico de radiación difusa se observa que hay un rango de radiación de 1,4 a 2,3 Kwh/m²/día, teniendo como mayor radiación difusa los meses de mayo a agosto, y de menor enero a diciembre.

Censo de carga

Primeramente para dimensionar el sistema se necesita saber la cantidad de energía demandada, para esto se determinó a través de un censo de carga realizado en casas de la comunidad del El Jilguero con predicción de equipos básicos que deseaban tener en sus hogares.

Censo de carga comunidad el Jilguero				
APARATO	CANTIDAD	Potencia Instalada(W)	horas de uso	total w/h/día
Bombillos	6	10	6	360
Tv	1	100	4	400
Celular	2	60	2	240
Radio	1	25	5	125
TOTAL				1125

Cálculos de dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico

Para el dimensionado del sistema fotovoltaico se toma únicamente el 30% de la demanda total que serán 337.5 w/h.

- Potencia de generación demandada:

$$P_{\text{gen}} = f \cdot \frac{E_{\text{total}}(Wh)}{\Delta t_{\text{sol}}(h)} = 1.3 (337.5 \text{ w/h}/5.5h) = 79.77W$$

- Uso de paneles solares de potencia:

Se determina el panel solar fotovoltaico más apropiado para utilizarse dividiendo la potencia que se necesita generar entre la potencia que generan los paneles solar fotovoltaico.

Tipos: 75W, 225W, 250W, 275W.

- **$79.77W/75W = 1.06$**
- **$79.77W/250W = 0.31$**
- **$79.77W/275W = 0.29$**

Dándonos como resultado que el más apropiado para utilizarse es el de 75W por lo que es el que más se asemeja a la potencia que se pretende generar.

- Numero de Paneles solares:

$$N_{ps} = P_{gen}/P_{pv} = 79.77W/75W = 1$$

- Energía necesaria que se acumulará en el banco de baterías:

En este banco de batería se calcula con respecto al consumo total y no solo con el treinta por ciento de esta, por lo que el banco de batería tiene que suministrar energía en el caso de que ambos sistemas no estén generando energía y porque este se cargara a partir de la generación de los dos sistemas. Esto con 3 días de autonomía, es decir 3 días hábiles con consumo de energía eléctrica, sin tener ningún tipo de generación eléctrica.

$$E_{bat} = \frac{E_{bat} (wh/dia) * \tau(dia)}{\int p} = (1125 W) (3 \text{ días}) / 0.8 = 4.218,75 \text{ w/h}$$

- Tipos de baterías:

De 1260 w/h, 105 Ah a 12 v

De 2640 w/h, 220 Ah a 12 v

- Selección del número de baterías:

$$N^{\circ} \text{ Batería} = \frac{E_{bat}}{\text{tipo de batería}} = 4.218,75w/h/2640w/h = 2$$

- Regulador de carga:

$$R_c = \frac{P_{producción}}{v_{sist}} = 1,125w/12v = 93.75A$$

- Inversor:

$$Inv = P_{instalada}/120v = 1,125W/120v = 9.375^a$$

- Días que se cargará la batería:

$$Días = (potencia\ de\ producción\ W)(5.1\ h) = (475W)(5.5h) = 2612.5w/h$$

Para los días de carga de la batería se toma en cuenta la producción mínima del aerogenerador que es de 400w/h y la del sistema solar fotovoltaico que es de 75 w/h se suman estas dos y se multiplica por la hora promedio de producción que tendrán al día dándonos un resultado (2612.5 w/h) se le resta la potencia necesaria al día que es de 1125 w/h para conocer el excedente de energía en el sistema, que es de 1487.5 w/h, se prosigue a conocer los días en que se cargarán las baterías dividiendo la energía que se acumulará en las dos baterías. En donde se estima de 5280 w/h y el excedente, dando como resultado de 3.5 días para su carga completa.

Cálculos de dimensionamiento del sistema eólico

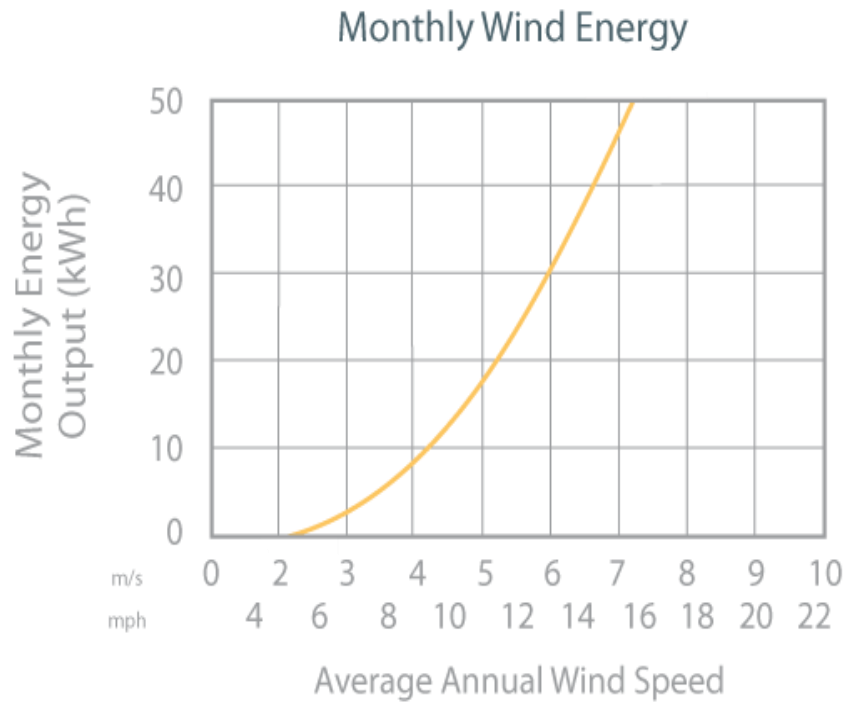
Se aplica un coeficiente de utilización k_u para determinar la potencia mínima que se debe suministrar mediante el aerogenerador que solo es el 70% de la demanda energética que es 787.5 w/h día y para ellos se desarrolla la siguiente formula:

$$P_{diaria} = P \cdot k_u = (787.5w/h\ día)(0.5) = 393.75w/h$$

Para conocer el potencial anual se utilizará en la siguiente fórmula la potencia diaria en donde:

$$P_{anual} = P_{diario} \cdot 365 = (393.75\ w/h)(365\ días) = 143,718.75w/h$$

A través de la velocidad de weibull obtenemos la distribución equivalente para cada velocidad del muestreo y el consumo que hemos estimado, podremos determinar el aerogenerador a utilizarse según la curva de potencia.



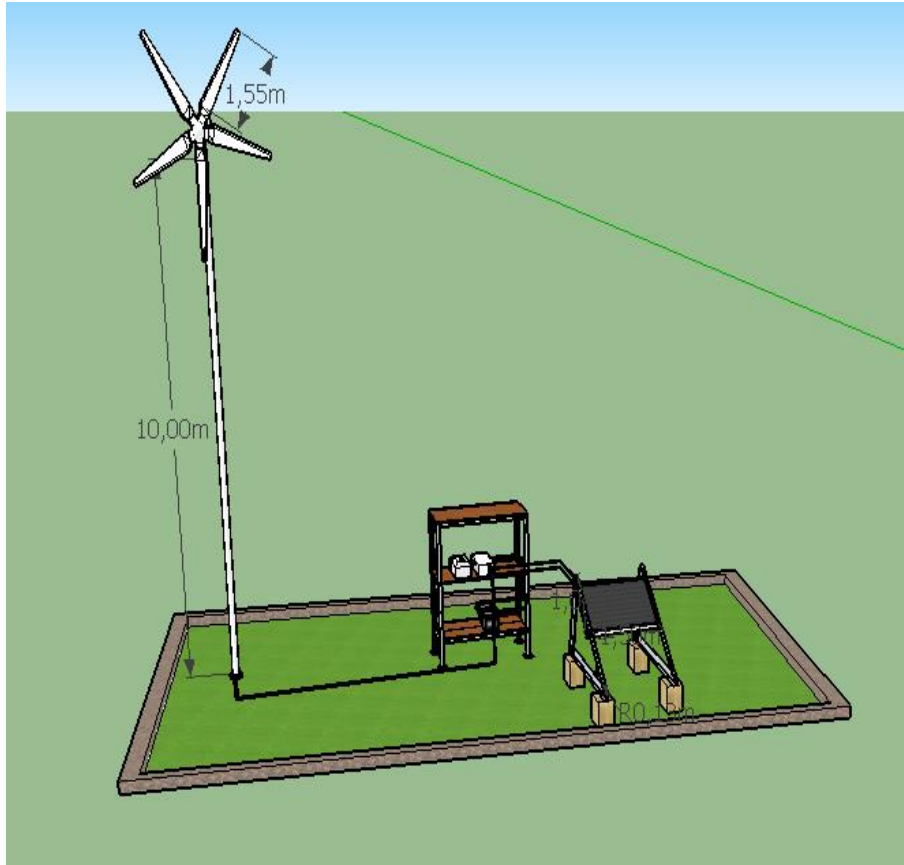
Se determina un aerogenerador de 400 W capaz de producir con velocidades promedios entre 3m/s a 4m/s como se puede observar en el gráfico de potencia y suministrar la demanda energética del 70% que le corresponde generar al aerogenerador, es de **393.75w/h**, según el coeficiente de producción mínima del aerogenerador, es decir la energía que en realidad debe de suministrar el aerogenerador para compensar la demanda de 787.5 w/h día, pero esta energía eléctrica se puede compensar con un aerogenerador con una producción mínima alrededor de 400 w/h, por lo que las hora de generación de un aerogenerador es alrededor de 10 horas día, que sobrepasan a las horas diaria de demanda energética. Es decir que en su momento la energía faltante será suministrada por el banco de batería en el momento que sea necesaria la carga total, que luego será repuesta por la sobre producción del aerogenerador.

Materiales y equipos para el sistema hibrido eólico-solar fotovoltaico

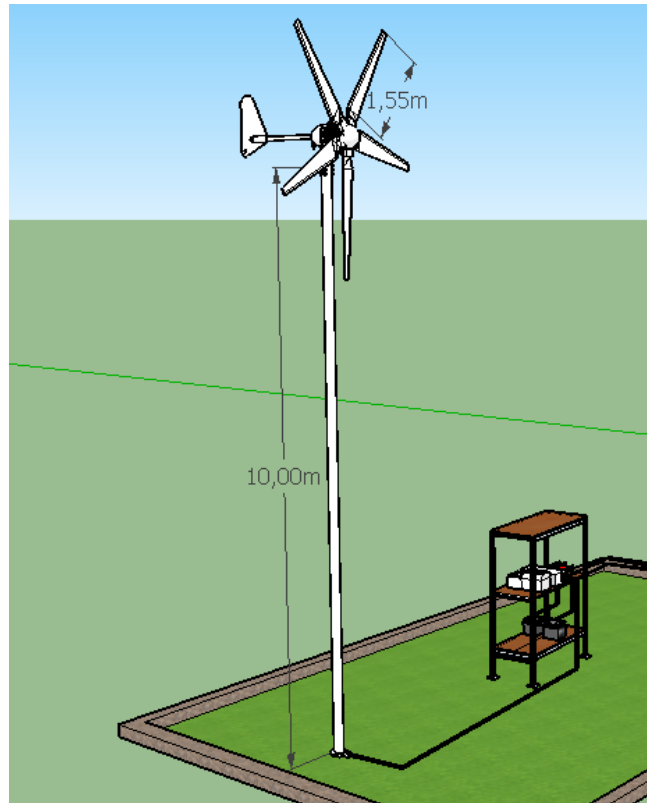
Según la evaluación del potencial eólico-solar fotovoltaico obtenido y el censo de carga realizado se dimensionó un sistema hibrido que funcione eficientemente, teniendo estas variables en cuenta, dando un resultado de un sistema con los siguientes equipos encontrados en establecimiento de ventas de equipos de energías solar donde fueron licitados tres distintos proveedores como fueron: ALTERTEC (el único proveedor que tiene aerogeneradores), TECNOSOL y ECAMI S.A. (ver en ANEXO N°2). Donde se utilizará para la generación eólica un aerogenerador **400W 12V Aspas modelo 5ZL1.4S-400** que suministrara el 70% de la energía demandada equivalente a 787.5 w/h día y el otro 30% equivalente **337.5 w/h día** que será proporcionado por un panel solar fotovoltaico de 75W-12V poli cristalina.

Equipos	Descripciones
Modulo solar Fotovoltaico	75W-12V poli cristalina
Batería ciclo profundo	Trojan de 6V-225Ah modelo T-105 RV , 3 años de garantía
Controlador de carga hibrido eólico/solar	40A, 800W, MPPT SOLAR
Inversor	12VDC-120AC Marca Samlex de 800W-12
Cables	BC 1 1/0
Cable	TSJ 2X12
Aerogenerador	400W 12V Aspas modelo 5ZL1.4S-400

Diseño



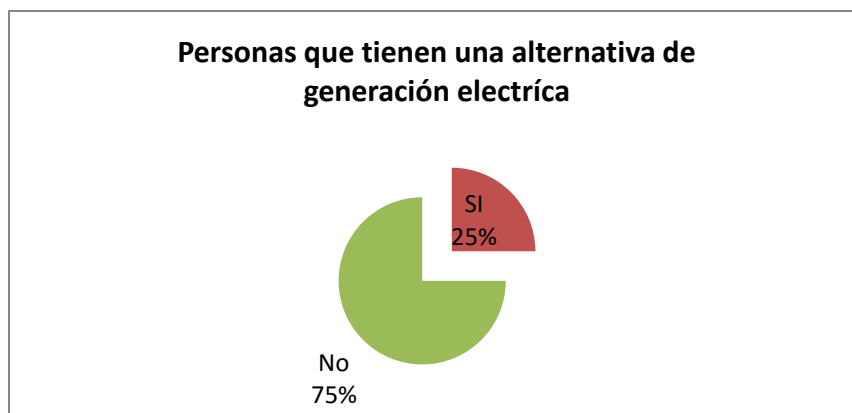
El sistema contará con un panel solar fotovoltaico de 75W-12V poli cristalina, conectado a un controlador híbrido eólico-solar 40A, 800W, MPPT SOLAR, asimismo el aerogenerador 400W 12V Aspas modelo 5ZL1.4S-400 estará conectado a este, del controlador tendrá dos salidas una hacia la fuente de almacenamiento que serán dos baterías Trojan de 6V-225Ah modelo T-105 RV conectadas entre sí en serie para sumar el voltaje y tener una configuración de 12V. La otra salida del controlador será hacia el inversor 12VDC-120AC Marca Samlex de 800W-12, donde irá conectada la carga de corriente alterna.



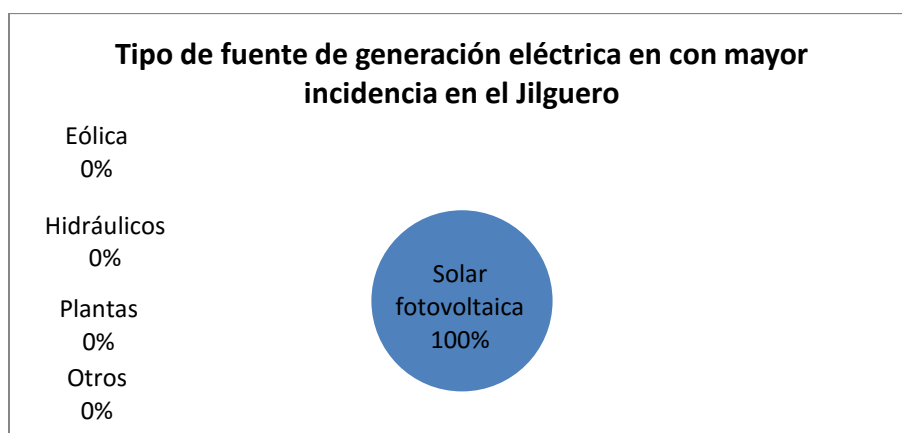
7.3 Opinión poblacional

Para la realización del presente objetivo, se elaboró un cuestionario semiestructurado con preguntas cerradas (ver en ANEXO N°3), donde a través de una serie de preguntas se determinó, cuanta población posee energía eléctrica en sus hogares, cuantos pobladores tienen alternativas de generación eléctrica, cuantos pobladores aceptan la utilización de energías renovables, pero desconocen otras fuentes de energías renovables aparte de los paneles solares, cuantos pobladores conocen el sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, y cuantos pobladores aceptan esta fuente híbrida como fuente de generación eléctrica, la que se pueden observar en las siguientes graficas:

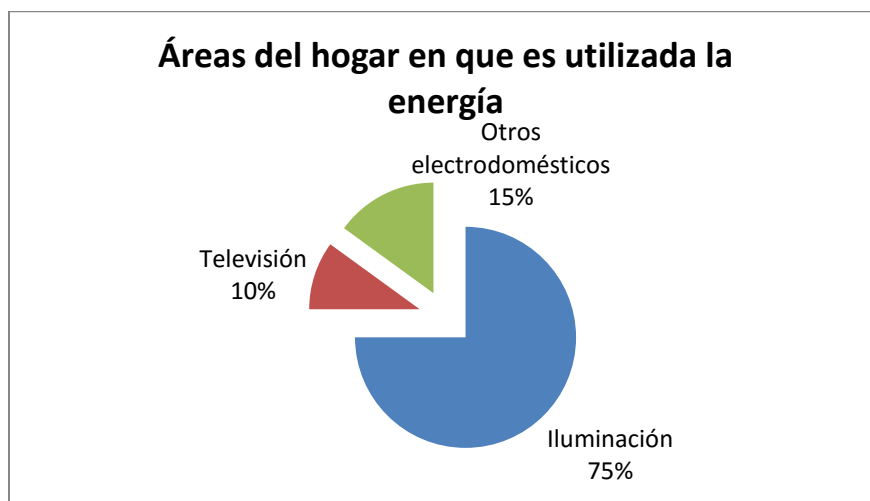
Como se puede observar en la siguiente grafica en 75% de la población en la comunidad el Jilguero no posee energía eléctrica en sus hogares, donde la mayor desventaja es la poca incidencia de desarrollo social y donde solo el 25% de la población posee fuentes generadoras de energía eléctrica a través de paneles solares, pero con poco abastecimiento energético.



Seguidamente la presente grafica muestra que tipo de fuente es la más utilizada para abastecer de energía eléctrica en algunos hogares.



La siguiente grafica muestra para que área es utilizada la energía eléctrica que generan los paneles solares en los hogares que los poseen.

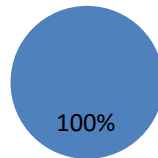


Seguidamente se le preguntó a la población si conocía otras alternativas para la generación de energías renovables donde ellos respondieron que “solo conocen de la energía eólica”, luego los encuestadores se encargaron de explicar que existen alternativas para la generación de energía eléctrica como lo es el sistema hibrido eólico-solar fotovoltaico, a lo que se les preguntó si les gustaría tener este tipo de sistemas en sus hogares, el cual el 100% de la población encuestada respondió positivamente.

Población a la que le gustaría tener un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico

■ Sí ■ No

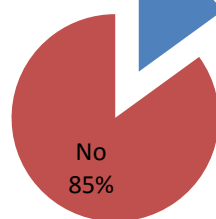
0%



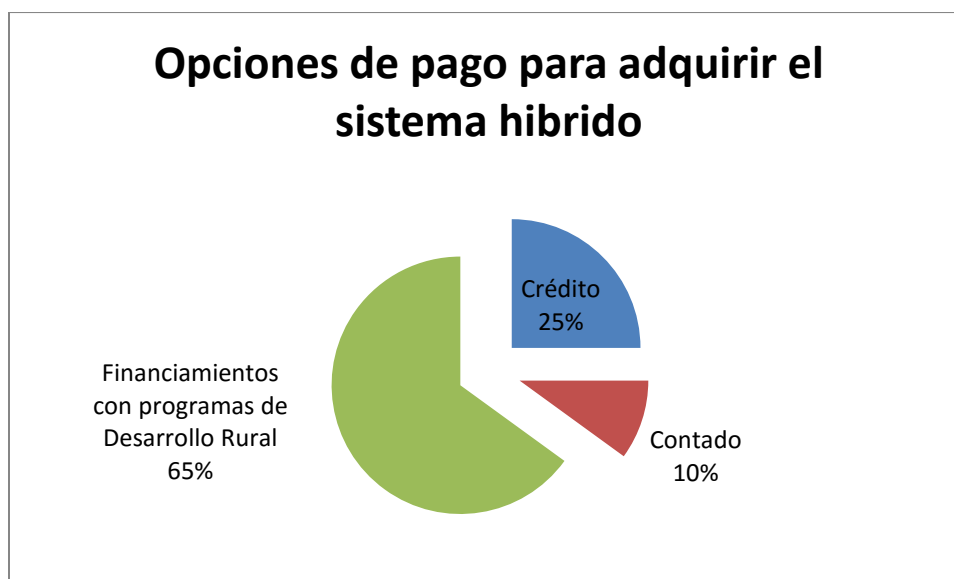
Uno de los indicadores más relevantes a la hora de proponer sistemas de energías renovables a un grupo determinado de población, es el factor económico, donde comunidades como el Jilguero con bajos recursos económicos, poseen la facilidad de pago para instalar sistemas de generación eléctrica, tal como lo indica la siguiente gráfica.

Personas que estarían dispuestas a pagar una suma aproximada a los \$2000 por este tipo de sistemas electricos

Sí
15%



Por tal razón también se le preguntó a la población del Jilguero que si estarían dispuestos a adquirir este tipo sistema de generación eléctrica híbrido a través de formas de pago, donde se obtuvo un respuesta positiva, en la que el 75% de la población lo obtendría a través de programas de financiamiento rural, el 25% lo obtendría al crédito y el 10% lo pagaría al contado.



Tal y como se observa en la gráfica anterior, la población de la comunidad el Jilguero se ve interesada en el aprovechamiento de energías renovables como fuente generadora de desarrollo energético y social, ya que a través del conocimiento de las fuentes generadoras de energías renovables como lo es el sistema hibrido eólico-solar fotovoltaico, se dan una idea de las nuevas alternativas para la generación de energía eléctrica.

Mostrando así el interés en obtener dicho sistema generador de energías renovables a través de las diferentes formas de pago o financiamiento.

VIII. CONCLUSIONES

Se logró realizar la evaluación del potencial energético eólico y solar de la zona de estudio, a través de datos proporcionados por INETER Condega, quien facilitó todos los datos recolectados en una evaluación periódica por el transcurso de un año del 2015 a 2016, que fueron corroborados con mediciones puntuales realizadas en campo, y por datos obtenidos de la NASA, a través de las fórmulas correspondientes a 5000 a 6000 W/m².

Se diseñó un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, que sea eficiente según el potencial eólico y solar de la zona de estudio, asimismo la demanda que se pretende tener, esto a través del dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico y eólico que da como fuente de generación un aerogenerador de 400w/h, un panel solar fotovoltaico de 75w/h, que son capaces de suministrar la energía requerida, a través de un sistema de control y almacenamiento de energía excedente que será utilizada en los momentos de baja producción, asimismo cuando haya una demanda total de toda la carga instalada.

Se logró valorar la opinión de los pobladores a través de entrevistas realizadas que nos determinaron el interés que tienen los pobladores de esta zona por tener el servicio de energía eléctrica por medio de fuentes de generación renovables en este caso un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico.

IX. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se presentan a continuación son dirigidas a los lectores interesados en el desarrollo de sistemas híbridos como fuentes generadoras de energía eléctrica en las comunidades que aún no cuentan con este servicio o a quienes deseen información para la elaboración de informes.

- Se recomienda a empresas estatales y distribuidoras de energía eléctrica en el país realicen evaluaciones y estrategias de desarrollo de sistemas de energías renovables, esto con el fin de brindar opciones a las comunidades que aún no cuentan con servicio eléctrico.
- Se recomienda a los pobladores de la comunidad el Jilguero optar por las energías renovables como fuente de desarrollo eléctrico, debido a que la comunidad cuenta con potencial para el desarrollo de energías renovables.
- Se recomienda profundizar en el estudio de los sistemas híbridos para brindar acceso a información, ya que de este tipo de sistemas se sabe muy poco.

Bibliografía

- Alberto, E. P. (Mayo 1998). Mixto Eólico Fotovoltaico en vivienda rural basada basada en el concepto de "Permacultura". Piña de Esgueva-España.
- Alcor, E. (1995). *Instalaciones solares Fotovoltaicas* . Barcelona: PROGENSA.
- Amenedo, J. R. (2003). *Sistemas Eolicos de Produccion de Energia Electrica* . Madrid: Rueda.
- bibing. (8 de Diciembre de 2016). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5074/fichero/Volumen+5%252F9.+Manual+de+Man+teminiento.pdf>
- Cassals, M. R. (s.f.). *Evaluacion de recursos solares A*.
- Creswell, J. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative Research (2da. ed.)*. Upper Saddle River: Pearson Education Inc.
- Cruz, I. C. (s.f.). *Principios de conversión de la energía eólica. capítulo 18: generadores de velocidad constante* .
- de conceptos . (8 de Diciembre de 2016). Obtenido de <http://deconceptos.com/general/tecnologia#ixzz4SHdWQDQk>
- DefiniciónABC. (22 de octubre de 2016). Obtenido de <http://www.definicionabc.com/general/hibrido.php>
- definiciones . (8 de diciembre de 2016). Obtenido de <http://definicion.de/eficiencia/>
- ec.europa.eu. (s.f.). *Perspectivas de la evolución mundial hasta 2030 en los ámbitos de la energía, tecnología y política climática*. www.ec.europa.eu/research/energy/pdf/key_messages_es.pdf.
- Eddie Nahum Armendariz Mireles, P. C. (2014). *Ingeniería Bioinspirada*.
- Escudero, J. (2004). *Manual de Energía Eólica*. Ediciones Mundi - prensa.
- G, G. B. (2004). *Energía para un Desarrollo Rural Sostenible*. Managua.
- García, A. F., Escribano, C. G., Seijas, M. M., & Smith, C. S. (2014). *Electrificación Rural Mediante Sistema Híbrido Eólico fotovoltaico en Roraima, Brasil*. Roraima.
- Grinnell, R. (1997). *Social work research & evolution; Quantitative and qualitative approaches (5a. ed.)* . Itaca: Peacock Publishers.
- Haynes, S. N. (1978). *Principles of behavioral assessment*. Nueva York: Gardner Press.
- Jérôme Barrau, D. C. (2008). *Energía Solar Fotovoltaica*. Catalunya: Asthriesslav Rocuts.
- Jerome Barrau, D. C. (2009). *Master en Energía para el desarrollo sostenible, Modulo 5 Energía Solar Fotovoltaica*. Catalunya.

- Jesus Gonzales Labajo, D. S. (2010). *Master Energia para el desarrollo sostenible, Modulo 6 Energia Eolica*. Catalunya.
- Jesus González Labajo, R. H. (2010). *Energía Eólica Módulo 6*. Catalunya: Asthriesslav Rocuts, Elisabet Amat.
- Juan Martínez, R. H. (2007). *Energía para el desarrollo sostenible Modulo 6*. Catalunya: UNESCO.
- Lopez, J. P. (2000). *Introducción a la metodología de la investigación científica* . Nicaragua.
- Mantenimiento programado*. (8 de Diciembre de 2016). Obtenido de http://opex-energy.com/eolica/mantenimiento_programado_aerogeneradores.html
- Marti Rosas, J. S. (2008). *Master en Energia para el Desarrollo Sostenible, modulo 3 Evaluacion de Recursos Energeticos Renovables*. Catalunya.
- Marti Rosas, J. S. (2009). *Master en Energia para el Desarrollo Sostenible, Modulo 3 Evaluacion de Recursos Energeticos Renovables*. Catalunya.
- Minas, M. d. (20 de agosto de 2016). www.mem.gob.ni. Obtenido de www.mem.gob.ni: <http://www.mem.gob.ni/index.php?s=1>
- Motors/TeslaEnergy, T. (04 de 05 de 2015). www.revistaproware.com. Obtenido de www.revistaproware.com: <http://www.revistaproware.com/2015/05/04/tesla-powerwall-la-nueva-era-de-las-baterias/>
- Mundial, B. (14 de octubre de 2015). *Banco Mundial*. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/>
- muñiz, J. M., & Garcia, R. C. (2007). *Energia Solar Fotovoltaica* (Segunda ed.). MADRID, ESPAÑA: FC EDITORIAL.
- Patton, M. Q. (1980). *Qualitative evolution methods* . Londres: Sage Publications.
- Roldan Vilorio, J. (2011). *Necesidades Energeticas y Propuestas de Instalaciones Solares*. Paraninfo.
- Sampieri, & Licio, C. &. (2006). *Metodología de la Investigación* . Mexico: Pined in Mexico.
- Sampieri, C. y. (2010). *Metodología de la investigación 5ta. ed.* Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Serrano, J. S. (1998). *Manual del usuario de instalaciones fotovoltaicas*. Sevilla: PROGENSA.
- Tiffer, I. E. (noviembre de 2016). Obtenido de www.enel.gob.ni.

ANEXOS

Anexo N° 1

Tablas de historial de datos recolectado por INETER en Condega a la proximidad del El Jilguero por un periodo de un año comprendido desde noviembre del 2015 a octubre del 2016.

Dia	Temperatura °C				P.rocio	Humedad Relativa%	T.vapor mm	Precipitación mm	Evaporación		B. Solar hrs/dc	N. Bajas Nh	Vientos (m/seg)			
	Max	Min	Med	Th					Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb
01	32.5	19.8	25.1	22.1	20.8	79	18.5	0.1	3.2	4.8	8.8	4	2.2	3	2	NE
02	32.3	19.0	25.4	21.9	20.5	78	18.1	0.0	3.4	5.4	9.8	4	2.3	3	2	SE
03	32.5	20.7	25.4	21.3	19.7	74	18.3	0.0	3.3	5.1	7.9	5	2.0	2	1	SE
04	32.4	18.1	23.9	20.5	19.0	71	16.5	0.0	3.0	3.7	8.9	4	2.0	2	1	NW
05	32.9	18.8	25.6	21.6	20.3	80	17.9	0.0	3.0	4.2	7.6	4	2.2	3	2	SE
06	32.2	20.0	25.1	21.6	20.1	77	17.3	0.1	2.6	3.9	8.9	4	2.3	3	2	NE
07	30.4	20.8	24.5	21.3	20.5	80	18.1	0.1	2.9	4.8	9.7	5	2.2	3	2	N
08	30.8	19.6	24.2	21.1	19.6	78	19.2	0.0	2.2	3.2	7.0	4	2.2	2	1	NW
09	30.0	18.8	23.2	21.3	20.0	86	18.2	0.3	2.2	2.4	5.1	5	2.0	2	1	NW
10	30.6	20.6	24.8	22.1	21.0	82	18.4	0.3	2.1	2.5	4.4	5	2.2	3	2	SE
11	31.2	20.8	23.7	21.3	20.8	86	18.5	0.2	2.4	2.8	4.3	6	2.0	3	2	W
12	29.5	19.8	23.9	21.6	20.5	83	18.2	0.1	1.3	1.2	5.0	6	2.2	3	2	N
13	30.2	20.6	24.0	21.6	20.6	82	18.2	0.2	2.0	2.0	8.5	6	2.0	2	1	NE
14	30.6	21.8	24.9	22.0	21.0	89	16.3	0.0	2.3	2.8	3.5	6	2.2	3	2	NE
15	29.0	21.0	24.2	21.4	20.2	80	13.8	0.0	2.3	3.8	4.7	5	2.0	3	2	NE
16	29.8	20.6	23.9	21.6	20.3	83	18.2	0.3	2.4	2.2	2.4	6	2.0	2	1	NW
17	30.4	20.6	24.2	22.0	21.0	85	18.7	0.0	1.4	2.3	4.5	6	2.0	2	1	NW
18	31.6	20.6	25.2	22.2	21.3	84	18.4	0.0	2.0	2.6	6.6	6	2.2	3	2	SE
19	30.0	20.6	24.3	22.5	21.8	87	17.6	0.0	2.5	2.2	4.4	5	2.3	3	2	NW
20	25.4	21.6	23.2	22.5	22.2	94	20.1	0.0	2.1	2.1	0.0	7	2.1	3	2	SE
21	27.6	20.8	23.0	21.6	21.0	89	18.6	1.8	1.2	1.9	3.1	6	2.0	2	1	NE
22	27.4	19.6	23.8	21.3	20.0	81	13.6	0.2	2.0	3.7	6.0	5	2.3	3	2	NW
23	26.2	19.4	22.0	21.1	20.6	72	18.7	0.0	0.0	0.0	1.1	4	2.0	2	1	NW
24	28.6	19.6	22.6	20.0	18.7	81	16.2	0.1	3.2	2.3	7.4	8	2.0	2	1	SE
25	29.6	19.6	22.9	20.2	19.3	73	16.8	0.0	3.1	4.2	9.1	5	2.3	3	2	NE
26	29.0	19.8	24.0	21.3	20.0	70	17.6	0.2	2.8	3.9	7.0	5	2.1	3	2	SE
27	26.8	19.6	22.5	21.1	20.4	80	18.0	0.7	1.9	2.1	2.0	5	2.2	3	2	N
28	27.0	19.0	22.8	20.4	19.3	82	16.8	0.0	2.3	1.5	4.2	4	2.3	3	2	NE
29	27.8	19.8	23.2	18.8	16.5	67	14.1	0.0	4.1	5.4	7.2	4	2.6	4	2	SE
30	29.8	18.8	22.2	19.0	17.5	77	15.0	0.0	3.9	3.7	9.0	5	2.2	3	2	NW
31																
Suma	498.5	296.1	477.4	409.4	400.9	2447	231.9	53.6	24.0	46.6	138.2	149	44.6	81	50	—
Media	32.0	19.9	24.9	21.3	20.2	81.6	17.7	2.0	2.5	3.2	5.8	5.0	2.2	2.1	1.7	—
Max	32.9	21.8	25.4	22.5	22.2	94	20.1	23.0	3.9	5.4	9.8	7	2.6	4	2	NE
Min	25.4	18.8	22.2	19.0	17.5	67	14.1	0.0	1.2	0.6	0.0	4	2.0	2	1	SE

Dia	Temperatura °C				P.rocio	Humedad Relativa%	T.vapor mm	Precipitación mm	Evaporación		B. Solar hrs/dc	N. Bajas Nh	Vientos (m/seg)			
	Max	Min	Med	Th					Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb
01	32.0	19.2	24.1	21.2	19.6	76	14.1	0.0	3.7	—	2.0	4	2.1	3	2	SE
02	33.8	20.2	24.9	21.4	19.9	75	13.5	0.0	3.3	—	8.0	4	2.1	3	2	SE
03	31.6	20.4	24.0	21.0	20.0	79	18.2	0.1	2.6	—	8.2	4	2.1	3	2	SE
04	33.2	20.4	24.4	21.6	20.4	82	18.8	0.0	2.7	—	6.4	5	2.5	3	2	SE
05	30.8	20.4	24.1	22.0	20.0	86	18.9	1.5	1.3	—	5.7	5	2.0	2	1	SE
06	30.8	20.8	24.0	22.1	21.3	86	19.0	1.5	—	—	3.2	6	2.1	3	2	NE
07	30.6	20.3	23.7	21.4	20.4	84	18.0	1.4	2.2	—	3.2	5	2.0	2	1	SE
08	30.0	20.6	23.7	21.7	20.4	85	18.4	4.0	2.1	—	5.2	5	2.4	3	2	SE
09	30.0	20.6	23.7	21.7	20.4	85	18.4	4.0	2.1	—	4.3	6	2.0	2	1	SE
10	30.8	19.4	24.1	21.1	19.4	85	18.3	0.0	1.5	—	6.5	4	2.3	3	2	SE
11	30.6	19.4	24.0	21.6	20.6	81	18.1	0.3	2.6	—	6.7	4	2.6	3	2	NE
12	31.2	18.2	24.0	21.7	20.4	79	18.0	0.1	3.9	—	6.9	5	2.0	2	1	NE
13	30.4	21.1	24.0	22.1	20.7	81	18.2	0.1	3.2	—	8.9	4	2.3	3	2	NE
14	31.0	20.4	24.5	22.1	20.6	77	18.5	0.2	2.5	—	5.4	4	2.0	2	1	NE
15	30.6	20.4	24.5	22.1	21.6	85	19.4	0.1	3.5	—	6.3	4	2.1	3	2	SE
16	31.0	20.4	24.5	22.1	21.6	85	19.0	1.1	2.5	—	6.3	5	2.1	3	2	SE
17	30.2	21.0	24.3	22.6	21.9	83	19.3	4.2	1.6	—	5.2	5	2.2	3	2	SE
18	32.2	21.3	24.0	22.3	21.6	83	19.4	50.3	1.0	—	0.7	6	2.2	4	2	SE
19	30.4	20.2	23.9	22.1	21.6	91	19.4	5.0	1.0	—	2.0	6	2.1	3	2	N
20	29.4	20.4	23.6	22.1	21.4	87	19.2	26.6	1.2	—	1.0	6	2.1	3	2	SE
21	27.0	19.6	22.6	21.3	20.3	85	17.0	0.1	2.3	—	8.3	4	2.2	3	2	NE
22	30.2	19.6	23.2	20.9	19.4	80	17.0	0.4	2.9	—	9.5	3	2.5	2	2	NE
23	29.6	18.2	23.2	21.0	19.6	78	13.1	0.1	3.2	—	10.1	3	2.1	3	2	NW
24	30.8	17.8	23.9	20.9	19.5	79	13.1	0.1	3.2	—	9.1	6	2.1	3	2	NW
25	30.8	18.8	23.2	21.0	20.1	87	19.6	0.0	2.0	—	0.1	4	2.3	3	2	SE
26	29.4	19.6	23.0	21.0	20.0	81	16.9	0.1	2.5	—	9.2	4	2.6	3	2	NW
27	30.5	19.2	23.2	20.6	19.3	81	16.9	0.1	2.0	—	10.0	3	2.1	3	2	N
28	31.6	16.0	24.6	21.0	19.6	70	17.2	0.1	2.0	—	9.2	2	2.0	2	1	NE
29	31.6	17.4	24.1	22.1	20.4	77	18.2	0.1	3.1	—	9.6	3	2.3	3	2	NW
30	32.6	17.6	24.6	21.1	19.6	80	19.3	14.2	3.3	—	9.5	3	2.3	3	2	NW
31	30.4	20.2	24.5	22.1	21.6	85	19.4	5.0	1.0	—	2.0	6	2.1	3	2	N
Suma	921.4	602.2	1000.8	810.8	835.2	2547	566.2	226.6	76.9	—	207.8	140	61.3	91	52	—
Media	31.0	19.1	24.2	21.6	20.5	82.2	18.1	7.3	2.5	—	10.1	6	2.2	3	2	SE
Max	33.8	21.4	25.3	22.0	21.9	91	19.4	50.3	3.9	—	10.1	6	2.2	4	2	SE
Min	26.8	16.5	22.5	20.6	19.1	70	16.3	0.0	1.0	—	0.1	2	2.0	2	1	SE

Anexo N° 2

Proformas de distintos proveedores de equipos utilizados en el dimensionamiento, y diseño del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico.



ALTERTEC - Las Segovias
COTRAN SUR, 2 c al Oeste, 1 c al Sur
Estelí, Nicaragua
Tel. (+505) 2713 3482 Móvil: (+505) 8406 - 5440

N° de factura: 1216 - 121

FACTURA PROFORMA

Ciente		Fecha 12-dic-16	
Nombre: <u>Jorge Sandoval</u>		N° pedido: _____	
Dirección: _____		Representante: _____	
Ciudad: <u>Estelí</u>	Depto: <u>POB</u>	FOB (franco a bordo): _____	
Tel: <u>8904 3332</u>	E-mail: <u>sandoval191094@yahoo.es</u>		

Cantidad	Descripción	Precio unitario	TOTAL
Componentes para sistema fotovoltaico - eólica			
1	Aerogenerador 400W, 12V, Ø aspas 1.4m Modelo: 5ZL1.4S-400	472,00 \$	472,00 \$
1	Modulo fotovoltaico 250W -12V policristalina	222,50 \$	222,50 \$
1	Controlador de carga híbrido eólico/solar de 40A , 600W, MPPT solar	165,00 \$	165,00 \$
1	Inversor 12VDC - 120AC Marca Samlex de 600W-12	95,00 \$	95,00 \$
1	Cableado para la interconexión de los componentes	166,20 \$	166,20 \$
2	Baterías de ciclo profundo Trojan de 6V - 225Ah@20h Modelo T-105 RV , 3 años de garantía	142,50 \$	285,00 \$
Nota: 1. La forma de pago es : 75% al ordenar los equipos y 25% a la entrega de estos. 2. Organismos que estén exentos del IVA, deben presentar una orden ministerial de la DGI. 3. La oferta no incluye modificaciones o trabajos de separaciones de circuitos en el sistema eléctrico existente.			

Detalles de pago		Subtotal material exento del IVA		1.405,70 \$
En efectivo <input type="checkbox"/>		Subtotal material gravado del IVA		210,86 \$
Con cheque <input type="checkbox"/>		15% I.G.V.		
Banco: _____		TOTAL		1.616,56 \$
Número: _____				

Cheque a nombre de ALTERTEC - Las Segovias

Equipos disponibles para entrega en max.
21 días hábiles después de orden de compra
Validez de la oferta 10 días.

Precio en Dolares o su equivalente en Cordobas al tipo de cambio de BANCENTRO del día de la compra



Direccion: Esteli.

FECHA: 29/11/2016

Cliente : UNAN MANAGUA/FAREM ESTELI

Atencion ISMAEL NAVARRO

Cantidad	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	C UNITARIO	Costo total
1	Modulo solar TRINA 260W/12V	220.00	220.00
2	Bateria RITAR 100 AMP	170.00	340.00
1	Inversor Samlex 800w/12v	59.90	59.90
1	Controlador LS2024 20AMP	41.90	41.90
2	Cables BC 1 1/0	7.00	14.00
6	Cable TSJ 2X12	1.48	8.88
			0.00
			0.00
			0.00
		Subtotal U\$	684.68
		Iva	18.70
		total U\$	703.38

**** Baterias y modulos solares exentos de impuestos

*** GARANTIAS CONTRA DESPERFECTOS DE FABRICA, NO CUBRE MAL USO.

PROFORMA VALIDA POR 15 DIAS



Anexo N° 3



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDICIPLINARIA
FAREM-ESTELÍ**

Cuestionario para los habitantes de la comunidad el Jilguero

Sr. Reciba un cordial y respetuoso saludo:

En vista de realizar monografía para optar al título en Ingeniería en Energías Renovables, le informo que en esta ocasión ha sido elegido desde su rol como miembro de la comunidad para que nos proporcione aspectos relacionados a la generación de energía eléctrica en sus hogares, por lo cual le presentamos las siguientes preguntas.

Su opinión será muy valiosa para la elaboración del trabajo de investigación, referida al tema: **“Modelos de sistema hibrido eólico-solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflor Moropotente, municipio de Condega”**, durante el segundo semestre 2016.

Agradezco la veracidad de su respuesta.

1. ¿Tienes energía eléctrica convencional en su hogar?

- ☐ Sí
- ☐ No

2. ¿Tiene otra alternativa de generación eléctrica?

- ☐ Sí
- ☐ No

3. ¿Qué tipo de alternativa tiene?

- ☐ Solar fotovoltaica
- ☐ Eólica
- ☐ Hidráulicos
- ☐ Plantas
- ☐ Otros

4. Sí tiene una de estas alternativas ¿En qué área de su hogar es utilizada esta energía?

- ☐ Iluminación
- ☐ Televisión
- ☐ Otros electrodomésticos

5. Con las alternativas energéticas antes mencionadas ¿Conoce otros tipos de sistemas de generación energía eléctrica?

- ☐ Sí
- ☐ No

6. ¿Conoce en específico los sistemas híbridos eólico-solar?

- ☐ Sí
- ☐ No

7. ¿Le interesaría conocer un poco más sobre este tipo de sistemas híbridos?

- ☐ Sí
- ☐ No

8. ¿Le gustaría tener un sistema de generación eléctrica de este tipo?

- ☐ Sí
- ☐ No

9. Teniendo en cuenta el valor económico (\$ 2,000.00) de este tipo de sistemas energéticos y su valor en cuanto a generación eléctrica a largo plazo ¿Estaría dispuesto a adquirirlo?

- ☐ Sí
- ☐ No

10. En caso de que quiera adquirir este producto de generación eléctrica ¿De qué forma pagaría este producto?

() Crédito

() Contado

() Financiamientos con programas de Desarrollo Rural

Anexo N° 4

PARAMETROS	SI	NO
Se encuentra a Superficie del agua		
Es una superficie lisa		
Área agrícola		
Tiene barreras		
Tiene gran cantidad de barreras		
Algunos cerró redondeado.		
Edificios muy dispersos		
pocas casas		
con muchas casas		
bosques y terreno accidentados		
Ciudades más grandes con edificios altos		
Ciudades muy grandes con edificios altos y rascacielos		

Anexo N° 5

Tabla de longitud de rugosidades

Clase de Rugosidad	Longitud de Rugosidad (m)	Índice de Energía (%)	Tipos de Territorio
0.0	0.0002	100	Superficie del agua.
0.5	0.0024	73	Terreno completamente abierto con superficie lisa (pistas de hormigón de aeropuertos, césped cortado etc.)
1.0	0.03	52	Área agrícola abierta sin barreras y con edificios muy dispersos y con algún cerro redondeado.
1.5	0.055	45	Terreno agrícola con algunas casas y bardas de 8m de altura a una distancia aproximada de 1250 m.
2.0	0.1	39	Terreno agrícola con algunas casas y bardas de 8m de altura a una distancia aproximada de 500 m.
2.5	0.2	31	Terreno agrícola con muchas casas, arbustos y plantas, o bardas de 8m de altura a una distancia aproximada de 250m.
3.0	0.4	24	Pueblos, ciudades pequeñas, terreno agrícola con muchas bardas protectoras, bosques y terreno accidentados y muy desiguales.
3.5	0.8	18	Ciudades más grandes con edificios altos.
4.0	1.6	13	Ciudades muy grandes con edificios altos y rascacielos.

Anexo N° 6

Parámetros técnicos del aerogenerador seleccionada

Parámetros técnicos	
Modelo	P-300W
Nombre	Jacinto
Potencia nominal	300 W
Tensión dc/ac	12 v/24 V
Corriente nominal	25a/12.5a
Velocidad nominal	900r/m
Potencia máxima	350 W
Número de hoja	6 unids
Velocidad del viento de arranque	3m/s
Corte en la velocidad del viento	4 m/s
Velocidad del recorte de viento	15 m/s
Velocidad del viento de seguridad	40 m/s
Velocidad del viento clasificada	12.5 m/s
Motor (generador)	Trifásico generador del magnel permanente
Diámetro del rotor	1140mm
Material de la cuchilla	Plásticos reforzados con fibra de carbono
Línea de salida dispositivo anti-bobina	General conmutador trifásico
Protección de sobre-velocidad del viento	Protección de parada de extremidad + protección dada vuelta + freno electromagnético
Vida útil	15 años
Protección superficial del equipo	Óxido de aluminio + Plástico Recubrimiento
Temperatura de trabajo	-45 ° C-70 ° C
N.W.	5.125 kg
Dimensión del embalaje	650*400*320mm
G.W.	6.5 kg

ANEXO 7

